

Un diagnostic pour enseigner les sciences à l'université

Auteurs :

Cédric Vanhoolandt

Laboratoire de Didactique de la Physique LDP - PMR

Département de physique - IRDENa - Université de Namur

Rue de Bruxelles, 61 - 5000 Namur – Belgique

cedric.vanhoolandt@unamur.be

Miguël Dhyne

Laboratoire de Didactique de la Physique LDP - PMR

Département de physique - IRDENa - Université de Namur

Rue de Bruxelles, 61 - 5000 Namur – Belgique

miguel.dhyne@unamur.be

Jim Plumat

Laboratoire de Didactique de la Physique LDP - PMR

Département de physique - IRDENa - Université de Namur

Rue de Bruxelles, 61 - 5000 Namur – Belgique

jim.plumat@unamur.be

Résumé :

Dans cette étude, nous présentons un questionnaire diagnostique auquel ont participé 192 étudiants de première année universitaire, inscrits dans des filières scientifiques différentes : sciences physiques, sciences géographiques, sciences géologiques, sciences biologiques et médecine vétérinaire. Ce questionnaire, présenté aux étudiants en février 2021, est composé de quatre tests : le premier permet de mesurer le niveau d'abstraction des étudiants ; le second sonde la pensée formelle ; le troisième récolte des conceptions premières en sciences physiques et le quatrième s'intéresse à la psychologie cognitive. Les résultats sont analysés et présentés selon la filière, le genre et l'ancienneté académique (primo-arrivant ou redoublant) des étudiants. En s'appuyant sur les recherches menées par Piaget, une cartographie du niveau cognitif atteint par les étudiants est également établie. Nous constatons la récurrence de certaines difficultés.

Abstract:

In this study, we present a diagnostic assessment answered by 192 first-year university students enrolled in scientific fields : physics, geography, geology, biology and veterinary. This quiz has been realized in February 2021, and it is made up of four tests: the first one measures the students' level of abstraction; the second one studies formal thought; the third one identifies some initial conceptions in physics and the fourth one concerns cognitive psychology. The results are analyzed and presented according to the field of study, gender, and academic seniority (newcomer or repeater). A register of the Piagetian cognitive level reached by the students is also established. We note the recurrence of some difficulties.

Mots-clés

Acteurs concernés : enseignant ; Acteurs concernés : étudiant ; Transformations professionnelles ; Évaluation diagnostique ; Entrée à l'université

1. Introduction

La possibilité, pour un enseignant, en charge du cours de physique de connaître l'état des connaissances et des compétences initiales des étudiants engagés dans une première année universitaire, est une ressource utile et bien intéressante pour lui permettre d'adapter son enseignement.

L'appropriation des ressources par les enseignants dépend de leur engagement (Ramage, Bournaud, Maurines & Gallezot, 2018) quels que soient leurs types : ressources humaines, ressources matérielles, ressources numériques, ressources institutionnelles (curriculum prescrits et interprétés), etc. En effet, les ressources doivent être jugées comme acceptables par l'enseignant pour être utilisées, c'est-à-dire être à la fois un guide d'un point de vue pédagogique et être relativement faciles à mettre en œuvre. Quant aux ressources numériques, les enseignants s'engagent plus facilement dans leur utilisation lors d'un usage personnel comme lors de la recherche d'informations.

C'est pourquoi nous proposons une ressource numérique particulière que tout enseignant pourrait disposer à l'entame d'un cours de sciences de niveau universitaire pour tenir compte du niveau initial de ses étudiants afin que l'enseignement et l'apprentissage soient les plus efficaces possibles.

2. Intérêts d'une évaluation diagnostique

Actuellement, dans l'enseignement supérieur en Belgique francophone et plus particulièrement pour les études scientifiques, aucun prérequis n'est formellement exigé à l'inscription, et ce tant dans les Hautes Écoles qu'à l'université. Cependant, pour les étudiants en sciences de l'ingénieur et en facultés de médecine et de dentisterie, un examen d'entrée est obligatoire sans limitation du nombre d'étudiants tandis que pour les étudiants en sciences vétérinaires un concours est imposé en fin de première année universitaire.

Suivant la scolarité vécue par l'étudiant, l'inventaire de ses connaissances et de ses compétences supposées acquises est donc extrêmement large. Il dépend du nombre d'heures de sciences et de mathématiques dans le secondaire, du type d'enseignement : général ou technique, du type d'école : de ville ou à la campagne, etc.

Étant donné l'hétérogénéité du public, il n'est pas simple, pour un enseignant en charge d'un cours de physique dans l'enseignement supérieur, d'adapter son cours. D'autant plus que ce

dernier est généralement perçu (excepté pour les étudiants en sciences physiques) comme un cours difficile et sélectif.

L'évaluation diagnostique est une évaluation ayant lieu avant l'enseignement et permet de vérifier les acquis initiaux des apprenants en vue d'adapter l'enseignement. Ce type de ressource n'est pas neuf, mais de nombreux auteurs (Béland et al, 2016) s'accordent pour dire que son utilisation dans le milieu enseignant ne va pas de soi... et particulièrement à l'université. Dès lors, il nous semble important d'outiller les enseignants afin que l'examen au terme du cours ne soit pas nécessairement le seul diagnostic possible leur enseignement. C'est ainsi que nous proposons un questionnaire diagnostique dont l'intérêt est d'obtenir une analyse des forces et des faiblesses d'un sujet ou d'un groupe de sujets afin de fournir une représentation plus fidèle et plus globale de ces derniers.

3. Questionnaire constitué de 4 tests

Le questionnaire diagnostique en ligne dont il est question a été présenté en février 2021 à des étudiants de première année à l'université dans des filières scientifiques très différentes : en sciences physiques, en sciences biologiques, en sciences géographiques, en sciences géologiques et en médecine vétérinaire. Au total, 192 étudiants ont participé à ce test permettant d'une part de faire le cadastre de certaines connaissances des étudiants et d'autre part de mettre en évidence les éventuels obstacles épistémologiques encore présents au terme d'un premier quadrimestre universitaire, sachant que des cours de physique tels que la mécanique et l'optique ont déjà été dispensés.

Notre premier test (D1) est basé sur un test standardisé utilisé comme outil d'enseignement et de recherche et destiné à évaluer le niveau d'abstraction (Lawson, 1978, 2000), largement utilisé et encore validé récemment (Bao *et al*, 2018). Ce test a été traduit en français et illustré par des images, des textes descriptifs et/ou des capsules vidéo d'expériences.

Le second (D2), qui mesure la pensée formelle, a été conçu en prenant comme cadre théorique les expériences menées par Piaget et Inhelder (Piaget & Inhelder, 1955, 1966) et adaptées à différentes situations concrètes. C'est la pensée hypothético-déductive qui est ici mise à contribution dans des situations phénoménologiques *a priori* simples, permettant, par déduction, de déterminer l'incidence de paramètres sur l'expérience ou le phénomène présenté.

Troisièmement, nous avons testé (D3) la présence de conceptions premières en physique chez les étudiants, conceptions qui peuvent constituer des obstacles épistémologiques à l'apprentissage de la physique. Nous avons investigué différents domaines de la physique : cinématique, dynamique, statique des fluides, thermodynamique et électricité.

Le quatrième test (KA) est composé de deux questions tirées de la dichotomie entre deux modes de pensée : le système 1 (rapide, instinctif et émotionnel) et le système 2 (plus lent, plus réfléchi et plus logique). Les questions de ce test ont été choisies afin de mesurer, chez les étudiants, leur capacité de résister à leur intuition. Les réponses aux questions font appel aux probabilités simples et à l'algèbre élémentaire (une équation à une inconnue).

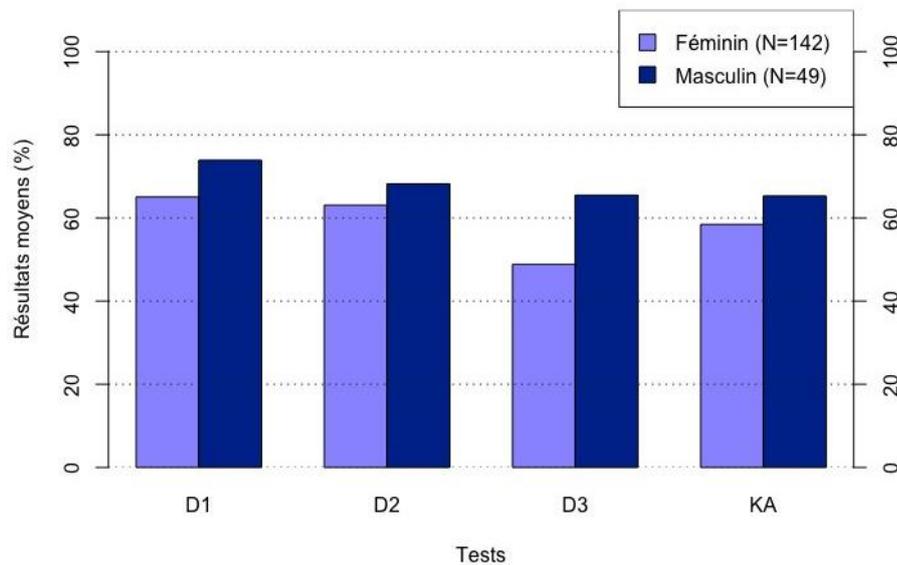
4. Des résultats d'une remarquable récurrence

Notre constat montre que, quelle que soit la filière choisie, certaines difficultés sont récurrentes et peuvent constituer de véritables obstacles à l'apprentissage. Il semble, qu'à l'origine des difficultés repérées, un « déjà-là » conceptuel ancien préexiste et pourrait dès lors conduire à l'idée que ces difficultés n'ont jamais été réellement remises en question par les élèves durant leur scolarité.

D'une part, nous avons constaté que plus des trois quarts des étudiants sondés ne semblent pas avoir atteint le stade des « opérations formelles » comme décrit par Piaget (Piaget & Inhelder, 1955, 1966) alors que ce stade devrait généralement se développer entre 12 et 15 ans. Ceci implique que la majorité des étudiants ne peuvent, *a priori*, pas raisonner sur des hypothèses ou des concepts, mais sur des objets concrets, ce qui n'est pas sans conséquence sur la compréhension des concepts présentés lors d'un cours de science et sur la réussite d'études scientifiques de type universitaire. Il importe également de mentionner que les résultats obtenus pour les questions qui concernent la proportionnalité permettent, à elles seules, de prédire les résultats du test mesurant le niveau d'abstraction.

D'autre part, un effet de genre est très marqué et ce, quels que soient la nature ou les objectifs visés par le test (voir Figure 1) : les garçons obtiennent, en moyenne et de manière significative, de meilleurs résultats que les filles. Étant donné que ces dernières sont largement majoritaires dans certaines filières à caractère scientifique, ce constat est très interpelant.

Figure 1. Pourcentage de réussite aux différents tests du questionnaire en fonction du genre



Enfin, nous ne constatons pas de différence statistiquement significative entre les étudiants primo-arrivants et redoublants. Ce qui semble dire, tant au niveau de l'abstraction que de la pensée formelle et des conceptions premières, qu'un étudiant redoublant et un étudiant primo-arrivant (re)commencent l'année académique sur les mêmes bases.

La comparaison des moyennes académiques obtenues par les étudiants avec les scores obtenus par les étudiants aux questions ayant pour objet les systèmes de la pensée cognitive nous pousse à persévérer les investigations afin d'établir (ou non) un lien entre les biais cognitifs et les heuristiques dominantes observées en didactique de la physique.

En comparaison avec les étudiants inscrits dans les autres filières, nous remarquons enfin que les étudiants inscrits en sciences physiques obtiennent un meilleur score pour les questions mesurant les conceptions premières en cinématique : ils présentent moins de conceptions premières.

Le questionnaire diagnostique, utilisé dans le cadre de cette recherche, peut être présenté comme une ressource efficace afin que les enseignants universitaires puissent se rendre compte des difficultés rencontrées par les étudiants et inhérentes à leurs capacités cognitives. Ces dernières semblent être influencées notamment par le genre. Une option serait d'inviter les enseignants et les autorités académiques à prendre conscience des disparités évoquées dans cette étude. De fait, nous montrons que les prérequis indispensables à la bonne compréhension

d'un cursus scientifique, de type universitaire, ne semblent pas maîtrisés par une majorité d'étudiants.

Enfin, nous poursuivons nos investigations en menant une étude longitudinale auprès de plus de 2000 élèves du secondaire afin d'établir, en fonction du niveau d'enseignement, une évolution possible des capacités cognitives des adolescents et des jeunes adultes. Cela a été possible étant donné que ce questionnaire a également été présenté auprès d'une douzaine d'établissements scolaires de l'enseignement secondaire en Fédération Wallonie-Bruxelles de Belgique.

Références bibliographiques

Bao, L., Xiao, Y., Koenig, K., & Han, J. (2018). Validity evaluation of the Lawson classroom test of scientific reasoning. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 020106. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020106>

Béland, S., & Marcoux, G. (2016). Regards sur l'évaluation diagnostique. *Mesure et évaluation en éducation*, 39(3), 1. <https://doi.org/10.7202/1040134ar>

Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. R., & Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(9), 996-1018.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*.

Ramage, M.-J., Bournaud, I., Maurines, L., & Gallezot, M. (2018). Les tests de positionnement disciplinaires peuvent-ils favoriser l'autorégulation des apprentissages? ADMEE 2018.