

Enseignement du concept de champ en physique : approche didactique et historique

Zakaria SAADI

Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR)

Résumé : (10 lignes max)

Notre étude propose un questionnaire sur les raisons-d'être de l'introduction du concept de champ en physique et les leviers didactiques mobilisables en histoire des sciences dans le cadre d'une *reconstruction didactique* (de Hosson, 2011, Mäntylä et al., 2011). Nous avons produit dans un premier temps une analyse épistémologique et didactique qui inclut une enquête auprès d'étudiants à l'entrée à l'université. L'élaboration d'un questionnaire, son analyse et les liens établis avec les précédentes recherches alimentent un travail d'identification en histoire des sciences de ressources qui pourraient être réinvesties en situation d'enseignement-apprentissage. Nous discuterons principalement ici des possibilités offertes par le traitement des données de notre analyse préliminaire et dans quelle mesure il permet un guidage dans la sélection de matériaux historiques à réinvestir en situation d'enseignement-apprentissage. Nous proposons enfin à partir de ces éléments une caractérisation de la posture épistémologique de notre recherche. ■

Mots clés : champ, reconstruction didactique, classification à recouvrement

Abstract :

This study deals with an introduction of the concept of field in physics inspired by history of sciences in the didactical reconstruction framework (de Hosson, 2011, Mäntylä et al., 2011). The first part of our works consists in performing an epistemological and a didactic analysis using a survey of first year university students enrolled in a general physics course. The design of a questionnaire, its analysis, and the links established with previous research guided us in identifying resources in history of science that could be reinvested in a teaching-learning situation. We will discuss here mainly the possibilities offered by the data processing of our preliminary analysis and to what extent it allows a guidance of our selection and integration of historical materials. Finally, we draw elements of characterization of the epistemological posture of our research.

Key-words : field physics, didactical reconstruction, overlapping clustering

CONTEXTE

Nos travaux portent sur l'enseignement du concept de champ en physique classique. Relativement abstrait et polysémique le champ est introduit en classe de 1^{ère} scientifique au lycée (BOEN, 2010). Il est souvent confondu avec la notion de force et la recherche en didactique fait état de travaux sur les difficultés et conceptions associées à un champ spécifique qu'ils soit magnétique, électrique ou gravitationnel par exemple (Bagheri-Crosson et al. ; 2004 ; Rainson et Viennot , 1992 ; Bar et Zinn, 1997). Ces recherches nourrissent notre propre démarche qui ambitionne d'adopter un regard transversal sur le champ comme un concept nécessaire qui se limite jusqu'à présent aux champs liés aux interactions. Du point de vue historique, la construction du concept de champ au XIX^e siècle en électromagnétisme et son extension à d'autres domaines comme la gravitation va répondre à un questionnement plus ancien de la métaphysique et des sciences sur l'espace, le vide, l'action-à-distance et les interactions. Des recherches précédentes explorent la possibilité – via un travail de reconstruction – de réinvestir des ressources d'histoire des sciences en classe pour l'apprentissage de concepts physiques (de Hosson, 2011; Duit et al., 2005; Mäntylä et al., 2011). Nous présentons ici une partie du travail préliminaire à la fois épistémologique et didactique visant l'expérimentation d'un outil pédagogique auprès d'étudiants de premier cycle. Nous tâcherons de mettre en discussion les questions relatives à la méthode d'analyse appliquée aux données d'un questionnaire de positionnement soumis à un premier groupe d'étudiants de Licence à l'Université. Nous expliquerons nos motivations à recourir à des outils de statistique descriptive et aborderons les possibilités offertes par les méthodes d'analyse de questions ouvertes en particulier dans notre cas où les réponses des étudiants ont généré des classes qui se recouvrent et pour lesquelles l'analyse textuelle n'était pas réalisable.

De la classification des questions ouvertes

Le questionnaire de positionnement que nous avons élaboré comporte une première question volontairement ouverte formulée ainsi : « Pour vous qu'est-ce qu'un champ ? » puis une série de QCM portant sur les caractéristiques physiques (champs et matière diluée, champ et vide, champs et sources, etc.) et l'interprétation faite des lignes de champs dans des cas statiques de la physique classique des champs. Un point particulièrement délicat à traiter lors de l'analyse des réponses a été celui d'opérer une classification de variables qui se recouvrent

par nature en raison du caractère justement ouvert de la question. L'impossibilité de traiter les réponses données avec un outil d'analyse textuelle comme IRAMUTEQ ou ALCESTE nous a conduits à prendre appui sur les hypothèses formulées a priori pour attribuer manuellement et qualitativement des catégories de réponses tout en laissant la possibilité d'identifier des classes de réponses émergentes. Nous observons ainsi que la population d'étudiants sondés (N=147) a une approche très diverse du champ avec des définitions partant d'exemples centrés sur les forces, sur l'espace ou avec des approches plus générales formulées notamment en termes mathématiques. Une large part de ces étudiants fait référence aux forces, aux interactions et à l'idée qu'un champ est avant tout une portion de l'espace où siègent les interactions. Les définitions conformes à celles données dans les ressources pédagogiques du lycée sont rarement relatées complètement, bien que l'on retrouve tous les aspects (distinction scalaire/vecteurs, fonction de grandeur dans l'espace, distinction champs et forces, représentation graphique, etc.). Cette classification nous permet de caractériser des profils cognitifs d'étudiants en établissant des corrélations avec les réponses aux questions suivantes. Des profils qui indiquent notamment l'opportunité qu'il y aurait en terme didactique à réinvestir le formalisme en diagrammes des « lignes de champs ». Nous discuterons plus généralement de la pertinence des stratégies de « classification à recouvrement » (Shepard et Arabia, 1979) et des « classification floues » (Zimmermann, 2010) pour l'analyse des questions ouvertes.

Méthodes de recherche et analyses de données en didactique des sciences : fondements épistémologiques

La recherche en didactique des sciences malgré son ancrage épistémologique dans les disciplines-mères comme les mathématiques ou la physique appartient à la famille des sciences sociales. Elle étudie les phénomènes d'enseignement-apprentissage chez l'être humain et les méthodes de cette recherche peuvent emprunter à la sociologie, à la psychologie ou encore dans notre cas à l'histoire des sciences. Partant du cas de notre analyse de questionnaire, nous interrogerons en seconde partie de communication les liens entre les méthodes que nous employons et l'épistémologie propre à la recherche en didactique des sciences. Nous utiliserons pour cela le cadre proposé par de Bruyne et al. (1974) qui distingue quatre pôles en interaction : un premier pôle « technique » qui rend compte des méthodes de recueil de données employées, un pôle « épistémologique » pour identifier les enjeux et la

problématique de recherche. Ce pôle permet de maintenir « une vigilance critique sur le mode de production et de validation des connaissances » scientifiques. Le troisième pôle est qualifié de « théorique ou conceptuel ». Il est relatif aux hypothèses et cadres théoriques qui structurent les travaux et enfin vient le « pôle morphologique » lié au type et à la cohérence de la recherche.

Références bibliographiques

- Bagheri-Crosson, R., Venturini, P., & Lefevre, R. (2002). Le concept de champ magnétique et les phénomènes associés chez des étudiants du premier cycle à l'université. *Dossiers Des Sciences de L'éducation*, (8), 23–32.
- Bar, V., Zinn, B., & Rubin, E. (1997). Children's ideas about action at a distance. *International Journal of Science Education*, 19(10), 1137–1157.
- BOEN. (2010). Bulletin Officiel de l'Education Nationale spécial n°9 du 30 septembre 2010.
- De Hosson, C. (2011). *L'histoire des sciences, un laboratoire pour la recherche en didactique et l'enseignement de la physique*.
- De Bruyne, P., Herman, J. & De Schoutheete (1974). *Dynamique de la recherche en sciences sociales*. Paris : presses universitaires de France.
- Duit, R., Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2005). Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction. *Developing standards in research on science education*, 1-9.
- Mäntylä, T., & others. (2011). Didactical reconstructions for organizing knowledge in physics teacher education.
- Shepard, R. N., & Arabie, P. (1979). Additive clustering: Representation of similarities as combinations of discrete overlapping properties. *Psychological Review*, 86(2), 87.
- Törnkvist, S., Pettersson, K.-A., & Tranströmer, G. (1993). Confusion by representation: On student's comprehension of the electric field concept. *American Journal of Physics*, 61(4), 335–338.
- Viennot, L., & Rainson, S. (1992). Students' reasoning about the superposition of electric fields. *International Journal of Science Education*, 14(4), 475–487.
- Zimmermann, H. J. (2010). Fuzzy set theory. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 317-332.