



HAL
open science

Conceptualiser les phénomènes électriques et magnétiques à travers la Réalité Augmentée

Julien da Costa

► **To cite this version:**

Julien da Costa. Conceptualiser les phénomènes électriques et magnétiques à travers la Réalité Augmentée. 30eme conférence francophone sur l'interaction homme-machine (IHM 2018), Oct 2018, Brest, France. pp.42. hal-01912520

HAL Id: hal-01912520

<https://hal.science/hal-01912520>

Submitted on 6 Dec 2018

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.

Conceptualiser les phénomènes électriques et magnétiques à travers la Réalité Augmentée

Julien Da Costa

Université de Genève
1205, Genève Suisse
Julien.dacosta@unige.ch

Résumé

Dans le cadre de travaux de thèse nous développons un dispositif de réalité augmentée spatiale soutenant la compréhension conceptuelle des phénomènes de champs électriques et magnétiques. Nous présentons ici un cadre théorique liant l'étude de la RA à différentes théories issues des champs de recherche en apprentissage multimédia, changement conceptuel et didactique des sciences ainsi que le design du dispositif issue de cette perspective.

Mots Clés

Réalité augmentée ; Apprentissage Multimédia ;
Didactiques ; changement conceptuel ; visualisations ; IHM;

Abstract

In the context of thesis work, we develop a spatial augmented reality system supporting the conceptual understanding of electric and magnetic fields' phenomena. We present here a theoretical framework linking the study of RA to different theories stemming from the fields of research in multimedia learning, conceptual change and didactic of sciences as well as the design of the study and device resulting from this perspective.

De nombreuses études mettent en évidence que les élèves peuvent, à titre d'exemple, calculer une différence de potentiel dans des schémas de circuits complexes et abstraits, mais ne peuvent prédire correctement ce qui se produit sur le courant, la tension, la luminosité d'une ampoule dans des circuits beaucoup plus simples utilisant une iconographie réaliste [3].

Author Keywords

Augmented reality; Multimedia Learning; Didactics; conceptual change; visualizations; HMI;

ACM Classification Keywords

• **Applied computing~Interactive learning environments** • *Human-centered computing~Mixed / augmented reality* • Human-centered computing~Interaction design theory, concepts and paradigms

Contexte et problématique

Le champ de recherche en changement conceptuel [1] est devenu central en enseignement des sciences et a démontré dans une pluralité de domaines scientifiques que les apprenants arrivent en classe avec des conceptions initiales, identifiables, résistantes à l'instruction et pas nécessairement en accord avec la vision scientifique. En physique, l'enseignement de l'électromagnétisme ne fait pas exception, les étudiants de niveaux universitaires ont généralement des scores faibles sur les échelles de test conceptuel et même ceux présentant les meilleurs scores aux examens révèlent des erreurs de compréhension sur les concepts de base [2]. Un des grands défis de l'enseignement de la physique consiste à réaliser des connexions significatives entre abstraction et expérience sensible, à construire chez les apprenants des modèles mentaux les plus proches possible du savoir scientifique institutionnalisé qu'ils pourront mobiliser pour interpréter les phénomènes naturels. Dans cette optique, les dispositifs d'interactions mixtes et augmentées possèdent des caractéristiques uniques pour favoriser ces connexions en permettant la superposition de représentations externes multiples dans un contexte tangible et authentique. Pourtant, la manière dont les élèves interagissent et « pensent » avec ce type de dispositif est

encore mal connue et tous les designs ne se valent pas sous ce paradigme d'étude. Nous présentons ici un dispositif d'expérimentation augmentée des phénomènes de champs électriques et magnétiques et les principes cadres qui le soutiennent.

Paradigme de recherche

En nous basant sur la notion de contexte sémantique [4] nous définissons la RA comme une interface *énactive* permettant la superposition *sémantique*, spatiale et temporelle de représentations numériques *multiples* à un contexte physique. Nous postulons via cette approche que la RA ne relève pas simplement d'un principe de guidage ou d'étayage du réel mais s'insère dans un système plus complexe de représentations externes (sémiotiques) et internes (mentales) de ce dernier. Deux sujets extensivement étudiés par les champs de recherche en apprentissage multimédia [5], visualisations scientifiques [6], didactique et apprentissage conceptuel dont nous synthétisons les apports ci-après.

Modèle d'intégration de connaissances

Si les conflits cognitifs sont inhérents au processus d'acquisition de connaissances l'approche « classique » du changement conceptuel [7] consistant à centrer le dispositif pédagogique sur la mise en défaut des représentations erronées s'est révélée décevante et est discutée aussi bien d'un point de vue théorique que pour les difficultés rencontrées à son opérationnalisation en contexte d'enseignement [8]. S'il n'existe pas de consensus théorique sur la nature structurelle des représentations mentales il est indéniable aujourd'hui que ces dernières sont observables (entretiens, tests, traces, productions) de manière récurrente chez les apprenants mis en situation de manière identique. D'importantes observations empiriques illustrent la manière

Une particule de masse m et de charge q est envoyée à la vitesse \vec{v} perpendiculaire à un champ magnétique \vec{B} . Elle suit un mouvement circulaire uniforme de rayon r car la force de Lorentz qu'elle subit est constamment perpendiculaire à sa vitesse.

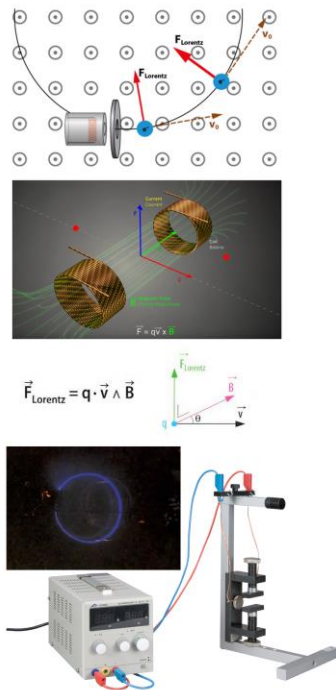


Figure 1: Illustration des multiples représentations pour la force de Lorentz

dont les apprenants maintiennent «des écologies conceptuelles» complexes faisant intervenir de multiples idées à divers «niveaux de sophistication, de connexion et de conflit» [9]. Le modèle d'intégration de connaissance [ibid] propose la prise en compte de ce répertoire d'idées issues d'abstractions simples et phénoménologiques, de conceptions intuitives, de récits, de modèles mentaux synthétiques et transitoires pour construire des séquences pédagogiques centrées sur l'aide à la distinction entre les idées, les diverses représentations de phénomènes et l'interconnexion des situations. L'objectif étant de faire évoluer un ensemble plus ou moins disjoints d'idées sur les phénomènes physique vers une certaine cohésion et normativité à travers différents contextes d'expériences.

Enjeux des représentations sémiotiques

L'importance du rôle des représentations visuelles dans la conceptualisation est aujourd'hui bien établie [10]. Les représentations visuelles ne servent pas simplement à former des images mentales pour accompagner des concepts abstraits mais sont aussi des outils pour « penser » les phénomènes, faire des inférences, résoudre des problèmes [11]. Pour autant ces représentations ne sont pas une « panacée » car une compréhension conceptuelle profonde doit permettre de lier cognitivement différentes représentations dé pictives entre elles, mais aussi avec d'autres formes de représentations verbales (orales ou écrites), symboliques (notamment mathématique) et concrètes (maquettes, expériences) (fig.1). Or le processus cognitif consistant à créer des connexions référentielles entre différents éléments correspondants et différentes structures correspondantes au sein de différentes représentations n'est pas automatique et a besoin d'être soutenu chez les étudiants [12,13]. A cette fin nous développons DEAPE Learn (fig.2) - Dispositif

d'Expérimentations Augmentées des Phénomènes Electromagnétiques pour l'apprentissage.

Dispositif et méthodologie

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'une méthodologie de type design science [14] visant à produire une contribution scientifique prescriptive à travers le développement d'un artefact innovant. *DEAPE Learn* a pour objectif de visualiser un modèle scientifique sous trois niveaux : macroscopique (ce que l'on voit, sent, expérimente), sub-microscopique (représentations des entités qui sous-tendent le niveau macroscopique et donne lieu à ce qui est perçu), symbolique (abstraction souvent mathématiques du phénomène). *DEAPE Learn* a la particularité d'intégrer dans son design les principes de notre paradigme d'étude en :

- *Offrant la possibilité de permuter entre différentes représentation d'un même phénomène physique.* La cohérence étant soutenu soit par superposition spatiale et temporelle entre visualisations et phénomènes observés soit par des procédés de signalement indiquant les correspondances inter-représentations (ex : couleur d'un mot similaire au paramètre d'une formule, similaire à la position d'un vecteur)
- *Limitant la charge cognitive de traitement des visualisations.* L'Interface est « non intrusive » (sans marqueurs type « Qr-code ») et minimale (éléments de contrôle limités au maximum) en étant basée sur un tracking de couleur et des interactions naturelles avec la position des objets. Les visualisations sont quant à elles construites selon des principes d'apprentissage multimédia (non redondance de l'information, signalement, attention non séparée)
- *En focalisant explicitement son intervention sur la compréhension conceptuelle.* Un référencement de toutes les difficultés conceptuelles (« misconceptions »)

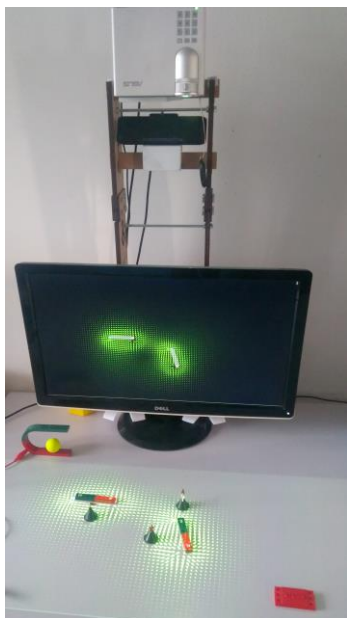


Figure 2 : Dispositif DEAPE Learn basé sur une caméra de profondeur, un projecteur, un écran pour les instructions et visualisations 3D et du matériel expérimental (aimants, piles, câbles, boussoles, générateur de courant). Les visualisations interagissent en temps réels avec les manipulations tangibles.

identifiables au sein de la littérature en didactique des sciences sur les phénomènes de champs électriques et magnétiques a été réalisée pour conduire les choix d'intervention.

Au niveau technique le dispositif est basé sur le système Papart développé au sein du laboratoire Potioc de l'Inria de Bordeaux. Il sera prochainement utilisé et évalué au sein d'activités d'enseignement de type « inquiry-based-learning » avec des étudiants de niveau universitaire. Un protocole quasi-expérimental à deux groupes de traitement couplé à des données qualitatives issues d'entretiens post-intervention sera mis en place pour évaluer l'impact du dispositif sur la compréhension conceptuelle. Du point de vue quantitatif, les questionnaires pré et post interventions sont composés des items traduits du BEMA (Brief Electricity and Magnetism Assessment) et CSEM (Conceptual Survey of Electricity and Magnetism), des échelles standardisées d'évaluation de compréhension conceptuelle en électromagnétisme.

Bibliographie

1. Vosniadou, S. (2013). *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed.). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
2. Törnkvist, S. (1993). Confusion by representation: On student's comprehension of the electric field concept. *American Journal of Physics*, 61(4), 335.
3. Finkelstein, N. (2005). Learning Physics in Context: A study of student learning about electricity and magnetism. *Int J Sci Educ*, 27(10), 1187-1209.
4. Bottecchia, S. (2010). Système TAC : Télé-Assistance Collaborative. Réalité augmentée et NTIC au service des opérateurs et des experts dans le cadre d'une tâche de maintenance industrielle supervisée.
5. Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
6. Gilbert, J. K. (2008). Visualization: Theory and Practice in Science Education. 3, 9-27.
7. Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
8. Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.
9. Linn, M. C., & Clark, D. B. (2013). The knowledge integration perspective - connections across research and education. In *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed., pp. 520-538). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
10. Dori, Y. J., & Belcher, J. (2005). Learning Electromagnetism with Visualizations and Active Learning. In *Visualization in Science Education* (Vol. 1, pp. 187-216). Dordrecht: Springer Netherlands.
11. Suwa, M., & Tversky, B. (2002). External Representations Contribute to the Dynamic Construction of Ideas. In *International Conference on Theory and Application* (Vol. 2317, pp. 149-160). Springer Berlin
12. Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 227-237.
13. Ainsworth, S. (2008). The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 191-208). Dordrecht: Springer Netherlands
14. DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. Springer International Publishing, 2014.