

# Etude des connaissances d'élèves béninois de terminale D sur la production, les caractéristiques et les propriétés du champ magnétique après une séquence d'enseignement/apprentissage

Ayigbede, Albert<sup>(1)</sup>, Briaud, Philippe<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>IMP, Université d'Abomey - Bénin

<sup>(2)</sup>CREN, Université de Nantes - France

Résumé : Notre communication porte sur l'étude des connaissances des élèves béninois sur le concept de champ magnétique après avoir suivi une séquence d'enseignement-apprentissage en électromagnétisme. Celle-ci a été réalisée dans le cadre du nouveau programme pour "l'Approche par les compétences" où les élèves doivent être mis en activité dans une pédagogie de type socioconstructiviste. Pour réaliser ces séquences, les enseignants utilisent des manuels et des documents de l'ancien programme par objectifs. L'analyse des réponses de 228 élèves de terminale D à notre questionnaire, montre qu'ils sont peu nombreux à maîtriser les concepts de base de l'électromagnétisme. Beaucoup ne savent pas modéliser les phénomènes magnétiques pour les étudier et répondent par des assertions qu'ils formulent à l'aide de faux concepts catégoriels. Ce résultat s'explique par des effets de contrat didactique dû à l'organisation de cet enseignement et aux pratiques des enseignants au Bénin.

Mots-clés : Champ magnétique, connaissances des élèves, activités, programme, apprentissage.

## Problématique et question de recherche

L'enseignement-apprentissage au Bénin s'effectue dans le cadre du nouveau programme pour "l'Approche par les compétences". Les institutions ministérielles de l'éducation préconisent de mettre les élèves en activités dans une nouvelle pédagogie de type socioconstructiviste. Mais les enseignants ne disposent principalement que des documents et des manuels des anciens programmes par objectifs.

C'est dans ce contexte que nous avons cherché à caractériser les connaissances des élèves béninois sur le concept de champ magnétique en physique après une séquence d'enseignement-apprentissage en électromagnétisme. Et plus précisément sur la production, les caractéristiques et les propriétés du champ magnétique. Ce travail s'inscrit dans une recherche plus large pour tenter de comprendre les nombreuses difficultés des élèves de terminale D en physique aux épreuves du baccalauréat (Ayigbede, 2016). C'est pourquoi nous analysons leurs connaissances après un enseignement/apprentissage du savoir en jeu et que nous n'avons pas cherché pour l'instant à étudier leurs conceptions initiales sur ce thème comme l'ont fait Bradamante et Viennot (2007) avec des élèves de l'école élémentaire.

## Méthodologie et outil de travail

Nous avons mené une recherche descriptive par enquête à l'aide d'un questionnaire composé de cinq questions que nous avons imaginé à partir d'une étude sur l'apprentissage de phénomènes magnétiques (Maarouf & Benyamna, 1997). Il a été construit progressivement dans le but de caractériser les connaissances des élèves sur des concepts de base de l'électromagnétisme. Les trois premières questions portent sur la création du champ magnétique, la définition du champ magnétique, les lignes de champ magnétique et la

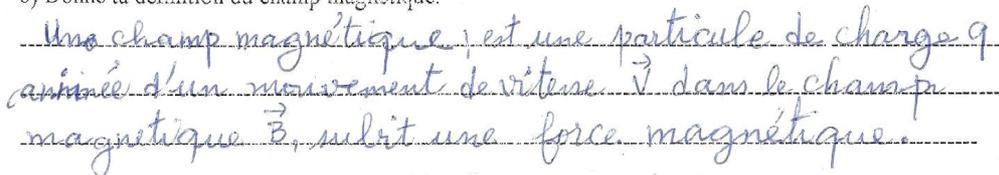
propriété scalaire ou vectorielle du champ magnétique. La question (4) est relative aux propriétés des lignes de champ à l'intérieur et à l'extérieur d'un solénoïde parcouru par un courant électrique. Et en (5) nous questionnons les élèves sur la représentation graphique du champ magnétique résultant de la superposition de deux champs magnétiques et sur les lignes de champ qui en résultent. Ce questionnaire a été administré à 228 élèves de terminale D qui ont suivi une séquence en classe sur le champ magnétique que nous avons observée. La notion de champ magnétique est introduite en classe par l'observation de phénomènes magnétiques réels ou représentés montrant l'interaction entre un aimant et une aiguille aimantée. L'orientation de celle-ci dans une direction fixe en présence d'un aimant permanent (la Terre avec ou sans un autre aimant) est justifiée par une force magnétique à laquelle est associée la notion de champ magnétique. Les lignes de champ sont introduites pour interpréter la répartition régulière des grains de limaille de fer autour d'un aimant permanent ou d'un solénoïde, qui ont des propriétés magnétiques supérieures à celles de la Terre. Le phénomène ainsi observé est appelé spectre magnétique.

### Analyse des résultats et discussions

A la question (1) sur la production d'un champ magnétique, 24,12 % des élèves ont donné une réponse proche de ce qu'on attend d'eux : « *il règne un champ magnétique en un point de l'espace si une aiguille aimantée mobile, placée en ce point, y prend une direction déterminée* ». Mais certains pensent qu'elle est due à l'effet de l'induction magnétique. D'autres imaginent que le champ magnétique est créé par des porteurs de charges. Ils confondent donc la source du champ électrique avec celle du champ magnétique. Des élèves pensent que le champ magnétique est créé par l'effet d'une aiguille aimantée qui est déviée en présence d'un aimant. Sans considérer le phénomène d'interaction magnétique entre la source du champ et l'aiguille aimantée, ils confondent la création du champ magnétique. 76 % des élèves de notre échantillon ne savent pas comment créer un champ magnétique et 5,70 % d'eux n'ont pas donné de réponse. 35,09 % des élèves connaissent la définition du champ magnétique.

Dans des réponses fausses on voit que des élèves associent divers concepts pour formuler leur réponse sans s'assurer de leur cohérence. Pour illustrer notre propos, nous réécrivons ici la production d'un élève que nous avons mise en figure 1 ci-dessous : « *Un champ magnétique est une particule de charge  $q$  animée d'un mouvement de vitesse  $\vec{v}$  dans le champ magnétique  $\vec{B}$ , subit une force magnétique* ».

b) Donne ta définition du champ magnétique.



Une champ magnétique est une particule de charge  $q$  animée d'un mouvement de vitesse  $\vec{v}$  dans le champ magnétique  $\vec{B}$ , subit une force magnétique.

Figure 1 : Définition du champ magnétique donnée par une élève.

On voit qu'il répond en associant la grandeur champ magnétique au descriptif d'une des expériences qu'il a vue en cours pour illustrer des phénomènes magnétiques. Il est à noter toutefois, que le champ magnétique, tout comme le champ électrostatique est défini, dans certains anciens ouvrages, utilisés par les enseignants, comme la force s'exerçant sur une charge unitaire en mouvement (Berkley, 1979).

Au regard de la diversité des réponses des élèves de notre échantillon sur les lignes de champ, nous les avons classées dans cinq catégories de modèles représentatifs de leur pensée : ***ligne de champ comme tangente au champ*** avec un pourcentage de 33 % ; ***ligne de champ comme spectre magnétique*** avec un pourcentage de 28 % ; ***ligne de champ comme des particules soumises à une force magnétique*** avec un pourcentage de 7% ; ***ligne de champ comme indiquant le sens du courant électrique, électrons ou ions*** avec un pourcentage de 7 % ; ***ligne de champ comme un flux magnétique*** avec un pourcentage de 1,32 %.

Concernant la dimension du vecteur champ magnétique, 8,33 % des élèves ont donné une réponse correcte mais ils n'ont pas tous été en mesure de la justifier. Près de 60% des élèves pensent que le vecteur champ magnétique est un vecteur de dimension 2. Ils justifient leur réponse en se référant aux composantes horizontale et verticale du champ magnétique terrestre dans le plan méridien. Par effet de contrat didactique, ils semblent prendre pour règle les connaissances acquises au cours d'une première expérience vécue en classe où ils ont étudié le champ magnétique terrestre suivant ces deux composantes. 28,07 % pensent que c'est un scalaire et 6,14 % ne donnent pas de réponse.

Cette question sur la dimension du vecteur champ magnétique était difficile pour les élèves, car il leur fallait penser à utiliser une représentation des vecteurs qu'ils utilisent en mathématiques dans un espace à trois dimensions. S'ils n'ont pas su donner la dimension du vecteur champ magnétique dans le cas général, c'est qu'ils n'ont pas compris qu'il permet de décrire des effets magnétiques dans un espace vectoriel à 3 dimensions. Beaucoup semblent n'avoir retenu que les cas vus en cours où le vecteur champ magnétique est représenté avec 2 composantes dans un plan méridien.

Le guide du programme ne définit pas explicitement la dimension du vecteur B comme un savoir à apprendre. Par conséquent, les enseignants doivent peu aborder ce savoir en classe et ils font étudier des phénomènes magnétiques avec des aimants droits ou des solénoïdes, où le champ B est contenu dans un plan horizontal ou vertical.

53 % des élèves interrogés n'arrivent pas à justifier leur choix pour l'identification des faces d'une bobine, bien que 58 % d'entre eux ont répondu juste à la question posée. Il en est de même pour la question sur l'identification des pôles des aimants. 60 % des élèves donnent une bonne réponse. Mais 17,50 % seulement ont su justifier leurs réponses. De nombreux élèves semblent ne pas avoir compris la règle pour identifier les faces ou les pôles dans des dispositifs magnétiques. Ils ont des difficultés à modéliser ces phénomènes magnétiques pour les étudier. Pour déterminer la direction et l'orientation des lignes de champ, des élèves utilisent des connaissances erronées qu'ils se rappellent à l'aide de traits caractéristiques reconnus dans la situation à étudier. Et pour donner le sens du courant dans le solénoïde, les réponses de nombreux élèves n'ont pas de relation directe avec les phénomènes magnétiques présentés. On obtient le même résultat avec la question (5) portant sur la représentation du champ résultant de la superposition de deux champs magnétiques.

## Conclusion

Cette étude a permis de caractériser la nature des connaissances des élèves sur la production, les caractéristiques et les propriétés du champ magnétique. Leurs réponses montrent qu'après une séquence de cours ils sont nombreux à ne pas maîtriser les concepts de base de l'électromagnétisme. Elles s'expliquent en partie par des effets de contrat didactique du fait de l'organisation de cet enseignement au Bénin. De nombreux élèves ne savent pas modéliser les phénomènes magnétiques pour les étudier (Bagheri-Crosson & Venturini, 2006 ; Venturini

& al. 2002). Certains répondent avec des connaissances acquises au cours d'une première expérience vécue en classe. Souvent, elles ont effectivement un lien apparent avec le savoir en question mais ce ne sont pas les réponses attendues. Ils les restituent à partir de traits caractéristiques qu'ils reconnaissent dans la question posée. Ces réponses sont des savoirs assertoriques et montrent qu'ils raisonnent à l'aide de faux concepts catégoriels (Lemeignan et Weil-Barais, 1993). Cet état de fait peut s'expliquer par la pratique des enseignants béninois qui ont plutôt une démarche d'enseignement de type inductiviste (Joshua, 1989 ; Robardet, 1998 ; Perez-Roux & Briaud, 2007). Ainsi, pour expliquer les phénomènes observés en classe, ils les représentent au tableau par des objets appartenant aux champs empiriques et des modèles sans les distinguer. De nombreux élèves mémorisent ces représentations à l'aide de quelques traits saillants sans en comprendre le sens. Ils apprennent donc des concepts formels comme des concepts catégoriels. Cet enseignement s'appuie sur une vision de type « empirico-réaliste » de la science et ne permet pas aux élèves d'apprendre des savoirs scientifiques problématisés (Orange, 2012 ; Briaud, 2010 ; Fabre, 2009).

## Références bibliographiques

- Ayigbede, A. (2016). Thèse de doctorat soutenue le 22 janvier 2016. Université d'Abomey Bénin.
- Bagheri-Crosson, R. & Venturini, P. (2006). Analyse du raisonnement d'étudiants utilisant les concepts de base de l'électromagnétisme. *DIDASKALIA*, n° 28, pp 33-53.
- Berkley. (1979). *Electricité et magnétisme*. Cours de physique, collection U, vol 2, p 184. Paris, Armand Collin.
- Bradamante, F. & Viennot, L. (2007). Mapping Gravitational and Magnetic Fields with Children 9-11 : Relevance, difficulties and prospects. *International Journal of Science Education*, Vol 29, n° 3, pp 349-372.
- Briaud, Ph. (2010). Résoudre des situations problèmes en physique pour se former à l'enseignement des sciences physiques avec des démarches d'investigation. In C. Couture & L. Dionne (Eds.). *La formation et le développement professionnel des enseignants en sciences, technologie et mathématiques*, (pp.181-202). Ottawa : Presses universitaires d'Ottawa.
- Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris, Vrin.
- Joshua, S. (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. *ASTER*, 8, pp 29-53.
- Lemeignan, G. & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette Education.
- Maarouf, A. & Benyamna, S. (1997). La construction des sciences physiques par les représentations et les erreurs : cas des phénomènes magnétiques. *Didaskalia* n°11, p.101-118.
- Orange, C. (2012) *Enseigner les sciences, Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles : De Boeck.
- Perez-Roux, T. & Briaud, P. (2007). Construction de la professionnalité en formation initiale. Regards croisés sur l'évolution d'une enseignante-stagiaire en physique chimie. *ASTER*, 45, pp 235-256.

- Robardet, G. (1998). La didactique dans la formation des professeurs de sciences physiques face aux représentations sur l'enseignement scientifique. *ASTER*, 26, pp. 31-58.
- Venturini, P. & Albe, V. (2002). Interprétation des similitudes et des différences dans la maîtrise conceptuelle d'étudiants en électromagnétisme à partir de leur(s) rapport(s) au(x) savoir(s). *ASTER*, 35, pp 165-188.