

Analyse des pratiques enseignantes en électromagnétisme au lycée au Bénin. Apport de la théorie anthropologique du didactique

ALBERT AYIGBEDE¹

ALAIN BRONNER²

Abstract. This study aims at modelling classroom practices in the process of physics teaching and learning by using anthropological theory of teaching. We a posteriori analyse physics praxeologies set up and the teaching task used the teacher and then we point out the characteristics of the teacher's teaching practice as far as electromagnetism is concerned, which practice is based on documentation to lead lesson sequences. Beyond the case study, it seems that this practice is widely used by physics teachers in Benin.

Résumé. Cette étude s'inscrit dans la perspective de modéliser les pratiques de classes dans l'enseignement-apprentissage de la physique à l'aide de la théorie anthropologique du didactique (TAD). Nous analysons a posteriori les praxéologies physiques mises en place et l'activité professionnelle d'un enseignant, et nous faisons ressortir les caractéristiques de la pratique du professeur à propos de l'électromagnétisme, basée sur une technique documentaire pour conduire et gérer les séances. Au-delà du cas étudié, il semble bien que ce soit une pratique assez générale dans la profession des enseignants de physique au Bénin.

1. Préambule

Le contexte de cette recherche s'inscrit dans le développement de la didactique des sciences au Bénin et du travail de thèse de Albert Ayigbede (2016) en didactique de la physique. L'Institut de mathématiques et de sciences physiques (IMSP) propose depuis une vingtaine d'années un master et développe une école doctorale en didactique des sciences dans lesquels une formation sur la TAD a été introduite et a donné lieu à de nombreuses recherches ainsi qu'en témoigne l'article d'Alain Bronner et Joël Tossa (2016). Un certain attrait et magnétisme de la TAD ont émergé au niveau des différentes disciplines scientifiques (sciences de la vie et de la terre et physique-chimie), au-delà même des mathématiques. En particulier les étudiants et chercheurs y ont vu un cadre pertinent pour l'analyse des pratiques enseignantes en physique.

2. Introduction

D'après les prescriptions institutionnelles dans les classes de SPCT établies par la direction de l'inspection pédagogique (2011), l'enseignant doit aider l'élève à construire le savoir à partir de sa représentation initiale d'un objet pour accéder à une ou des représentation(s) plus rationnelle(s) et plus opérationnelle(s). Les instructions paraphrasent Gaston Bachelard (1938) pour qui « la connaissance scientifique vient se substituer à une représentation initiale que

¹ Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (MSP), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin – albertayigbede@yahoo.fr

² Laboratoire LIRDEF, Université de Montpellier, France – alain.bronner@umontpellier.fr

El paradigma del cuestionamiento del mundo en la investigación y en la enseñanza

Eje 2. *El análisis praxeológico como herramienta de análisis e ingeniería didáctica*

l'apprenant avait d'un objet ». Par ailleurs, Jean-Pierre Astolfi (2010) a fait remarquer que dans les apprentissages scolaires, la formalisation d'un concept est souvent le résultat d'une démarche expérimentale, l'aboutissement d'une résolution de problème et selon les travaux effectués par Claude Bernard, la méthodologie de l'enseignement scientifique est encore largement fondée sur le schéma dit OHERIC (avec O pour observation, H pour hypothèse, E pour expérience, R pour résultat, I pour interprétation et C pour conclusion). Le guide recommande une démarche scientifique pour l'enseignement des sciences physiques.

La question est donc de savoir comment les enseignants mettent en œuvre ces prescriptions institutionnelles dans leurs classes. Dans cet article, nous étudions l'activité d'un enseignant qui a conduit une séquence en électromagnétisme dans une classe de terminale D. Il utilise un manuel édité localement par un groupe d'enseignants. Nous nous intéressons aux activités qu'il propose pour l'apprentissage du concept de champ magnétique et à la manière dont il met en œuvre le savoir sous-jacent. Nous avançons l'hypothèse que la plupart des pratiques s'inscrivent dans une démarche d'enseignement de type inductiviste qui s'appuie sur une vision de la science de type « empirico-réaliste » selon l'expression utilisée par Samuel Joshua (1989).

Notre étude s'appuie sur la théorie anthropologique du didactique (TAD) développée par Yves Chevallard (1992), qui a émergé dans les recherches en didactique des mathématiques. Nous adoptons le concept d'organisation praxéologique relative à un type de tâches T pour étudier la mise en œuvre de l'enseignement-apprentissage du concept de champ magnétique en physique. La théorie anthropologique de Y. Chevallard avec la notion de praxéologie (1999) nous permet tout d'abord de décrire les activités des élèves et de l'enseignant en classe de physique qui correspondent aux différentes tâches dans lesquelles le professeur est engagé avec ses élèves. Le deuxième axe d'étude de la TAD correspond à ce que Y. Chevallard (1999) nomme l'organisation didactique. Il s'agira donc pour nous de la manière dont peut se construire la réalité physique ou la praxéologie physique, c'est-à-dire la manière dont peut se réaliser l'étude du thème visé.

Nous postulons ainsi que la théorie anthropologique du didactique nous permet aussi de décrire et d'analyser la mise en œuvre d'un enseignement de la physique.

3. Corpus et méthodologie de travail

Notre corpus est constitué du manuel de travail en classe, des enregistrements de la séquence sur l'enseignement-apprentissage en électromagnétisme d'une classe de terminale D et des retranscriptions de ces enregistrements. Le manuel utilisé par l'enseignant et les élèves présente l'étude du champ magnétique à l'aide de la description de trois expériences avec des consignes auxquelles les élèves peuvent répondre individuellement ou en groupes. Dans cet article, nous nous limitons à l'étude basée sur l'expérience 1 du manuel (voir en annexe). Les deux autres expériences feront l'objet d'une publication ultérieure. L'expérience 1 aborde les questions de l'existence du champ magnétique terrestre, sa représentation vectorielle, sa décomposition en ses composantes horizontale et verticale puis la définition du méridien magnétique.

4. Analyse de l'organisation scientifique : les praxéologies de la discipline Physique

Nous décrivons et analysons ici ce qui relève de ce que nous nommons l'organisation scientifique (OS) de la séquence portant sur l'expérience 1, autrement dit les praxéologies de sciences physiques qui sont construites en classe dans la réalisation de cette expérience.

L'OS liée à l'expérience 1 se construit autour de cinq types de tâches relevant de la théorie du magnétisme :

T1 : Identifier un champ magnétique ;

T2 : Représenter par un vecteur un champ magnétique ;

T3 : Décomposer un vecteur champ magnétique ;

T4 : Calculer la norme des composantes d'un vecteur champ magnétique (à l'aide de son intensité) ;

T5 : Caractériser un méridien (avec comme spécimen de T5 dans la séquence celui du méridien magnétique).

Nous présentons cette analyse sous forme de tableau avec les premières dimensions praxéologiques.

Types de tâches	Techniques	Technologies
T1 Identifier un champ magnétique	$\tau 1$ – Réaliser une expérience pour observer la position d'une aiguille aimantée posée sur un pivot ; – Tourner l'aiguille aimantée pour voir si elle revient ou non à la position initiale ; – Constater l'invariance de sa position finale ; – s'assurer et remarquer qu'il n'y a pas d'autres sources (aimant, circuit électrique, masse importante de fer) autres que la terre produisant le champ magnétique.	$\theta 1$ – Notion de champ magnétique ; – Notion d'aiguille aimantée qui permet de détecter la présence d'un champ magnétique, (Technologie donnée par le texte) ; – Le champ magnétique est orienté du sud vers le nord de l'aiguille aimantée ; – Les différentes sources possibles d'un champ magnétique.
T2 Représenter par un vecteur un champ magnétique	$\tau 2$ – Tracer un plan avec deux perpendiculaires (représentant la verticale et l'horizontale) d'origine G représentant le centre de l'aiguille ; – Prendre une droite passant par G, inclinée par rapport à l'horizontale, représentant l'axe de	$\theta 2$ - Représentation d'un plan par deux axes, représentant ici l'horizontal et la verticale ; – Mode de représentation d'une aiguille aimantée, codage du nord ; – Le vecteur champ magnétique est

	<p>l'aiguille (Normalement il faudrait mesurer l'angle d'inclinaison mais ici il s'agit d'un schéma, un axe quelconque est tracé) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Représenter l'aiguille aimantée et repérer ses pôles (en hachurant la partie nord) ; – Tracer un vecteur d'origine G sur cet axe en tenant compte de l'orientation du sud vers le nord de l'aiguille : ce vecteur représente le champ magnétique \vec{B}. 	<p>représenté par un vecteur dont la direction et le sens sont définis par l'orientation d'une aiguille aimantée. Sa norme est quelconque.</p> <p>Remarque : des connaissances mathématiques sont convoquées ici relevant de la géométrie euclidienne et vectorielle.</p>
<p>T3 Décomposer un vecteur champ magnétique</p>	<p>τ3</p> <ul style="list-style-type: none"> – Identifier et représenter (si nécessaire) l'axe vertical et l'axe horizontal – Faire la projection orthogonale du vecteur \vec{B} sur les axes vertical et horizontal, soit respectivement \vec{B}_x et \vec{B}_y. 	<p>03</p> <ul style="list-style-type: none"> – Notion d'horizontale et de verticale en un point du méridien magnétique (plan vertical) – Règles de projection orthogonale d'un vecteur ; – Définition des vecteurs \vec{B}_x et \vec{B}_y pour décomposer en somme de deux vecteurs tels que $\vec{B} = \vec{B}_x + \vec{B}_y$. <p>Remarque : des connaissances mathématiques sont convoquées ici encore relevant de la géométrie euclidienne et vectorielle.</p>
<p>T4 Calculer la norme des composantes d'un vecteur champ magnétique (à l'aide de son intensité)</p>	<p>τ4</p> <ul style="list-style-type: none"> – Identifier un triangle rectangle dont les mesures des côtés sont les normes de trois vecteurs ; – Identifier l'angle d'inclinaison I et la position des différents éléments en jeu ; – Utiliser les relations reliant les normes et l'angle d'inclinaison. 	<p>04</p> <ul style="list-style-type: none"> – L'intensité du vecteur champ est la norme du vecteur et est aussi la longueur du segment qui sert à le représenter ; – Formules fondamentales : $B_h = \cos \hat{I} \times B$; $B_v = \sin \hat{I} \times B$.
<p>T5 Caractériser un méridien</p>	<p>τ5</p> <ul style="list-style-type: none"> – Repérer le méridien 	<p>05</p> <ul style="list-style-type: none"> – Notion de

Spécimen de T5 dans la séquence : cas du méridien magnétique.	magnétique dans le document illustratif du manuel ; – Se servir de la décomposition du vecteur champ magnétique B ; – L’identifier au plan vertical contenant le champ magnétique terrestre.	représentation plane de l’espace – Définition d’un méridien. Remarque. Des connaissances mathématiques sont convoquées ici relevant de la géométrie euclidienne dans l’espace.
---	--	---

Tableau 1. Organisation scientifique liée à l’expérience 1.

5. Analyse de l’organisation didactique : les praxéologies enseignantes

Dans cette partie, nous décrivons et analysons l’organisation didactique associée à l’expérience 1. Il s’agit de voir comment l’organisation scientifique décrite précédemment a été mise en œuvre dans la classe observée de physique. Le déroulement de la séquence suit les consignes du manuel, les phases successives correspondent ainsi à l’ordre de présentation des types de tâches de physique identifiés précédemment, elles-mêmes suivant l’ordre des questions du manuel. L’activité analysée dans cette publication est une partie d’une séquence de la situation d’apprentissage (SA) numéro un dénommée « champs et interactions magnétiques » en électromagnétisme, domaine de la discipline physique avec la mécanique, l’électricité, l’optique, et la physique atomique et nucléaire, ces cinq domaines étant enseignés en SPCT dans les classes de terminale C et D (terminale S) au Bénin. L’activité analysée concerne l’étude du champ magnétique et plus précisément la mise en évidence du champ magnétique terrestre créé par la terre et la détermination des caractéristiques du vecteur champ magnétique \vec{B} créé en un point M de l’espace. Il s’agit pour l’enseignant d’insister sur la composante horizontale de ce vecteur champ magnétique terrestre. Nous nous limitons d’abord à l’activité concernant la première expérience de la séquence de classe. Les expériences 2 et 3 feront l’objet d’une publication ultérieure : toutefois les analyses nous ont permis d’aboutir aux mêmes conclusions.

Nous donnons tout d’abord la trame de la séance (Bronner, 2006) ;

- Phase 0 : Présentation de la situation, des informations et du matériel
- Phase 1 (N° 1-3-1) : Identification du champ
- Phase 2 (N° 1-3-2a) : Représentation du champ
- Phase 3 (N° 1-3-2b) : Décomposition du champ magnétique
- Phase 4 (N° 1-3-3) : Détermination des relations liant l’intensité d’un champ magnétique et de ses composantes
- Phase 5 (N° 1-3-3) : Caractérisation du méridien magnétique

Pour chaque phase, nous associons le type de tâches étudié de la discipline physique et la praxéologie enseignante développée par le professeur en la caractérisant par les deux dimensions « technique » et « technologie ». Notre méthodologie se base sur la méthode d’analyse développée par A. Bronner (2006).

5.1. Phase 0 : présentation de la situation, des informations et du matériel

La première étape de la technique du professeur consiste à demander à une élève de lire le premier commentaire du manuel (voir annexe) relatif à l'expérience 1 :

Une aiguille aimantée est suspendue par son centre de gravité à un fil sans torsion et placée loin de tout aimant ou tout circuit parcouru par un courant électrique et de toute masse importante de fer. Cette aiguille s'oriente dans une direction bien déterminée et revient à cette même position lorsqu'on l'en écarte. La direction et le sens sn (sud-nord) de cette aiguille donnent la direction et le sens du champ magnétique détecté.

La classe prend connaissance des premiers éléments de la situation.

Du point de vue de la technologie professorale, il s'agit pour nous d'un moment de première rencontre avec l'organisation scientifique visée en installant les premiers éléments matériels et cognitifs du milieu.

5.2. Phase 1 : identification du champ (type de tâches T1)

Ensuite le professeur poursuit sa technique : il fait lire à haute voix, toujours avec la même élève, la consigne correspondant à la question 1-3-1 du manuel (voir annexe), distribue une aiguille aimantée par groupe de cinq élèves en moyenne, et fait chercher les élèves en indiquant : « Donc, il suffit simplement de placer votre aiguille aimantée sur le support et vous me dites ce que vous constatez en faisant l'expérience décrite dans le document. »

Puis le professeur circule, laisse les élèves réaliser l'expérience et parfois aide certains élèves à la mener à bien. Il précise que les élèves doivent donner une réponse de groupe par écrit. On peut noter que les interventions du professeur entremêlent à la fois des éléments techniques de gestion pédagogique relatifs aux modalités de travail et d'autres de gestion du processus d'apprentissage en donnant par touches successives des indications liées aux savoirs en jeu comme quand il intervient dans le collectif pour préciser que : Il s'agit ici du phénomène de la mise en évidence du champ magnétique terrestre « Déplacer la position de l'aiguille pour voir quelle serait le comportement de cette aiguille par la suite. Voyez si l'aiguille ne reviendra pas à la position initiale. ».

Après le travail sur la deuxième consigne, un temps de correction est proposé. Le professeur envoie au tableau une élève pour écrire la production de son groupe, puis corrige ou reformule la production inscrite au tableau.

La technologie professorale semble s'appuyer sur plusieurs moments :

- Moment de première rencontre avec le type de tâches T1 ;
- Moment de l'exploration de T1 et de l'émergence de techniques comme τ_1 ;
- Moment de la construction du bloc technologico-théorique (champ magnétique terrestre).

Du point de vue du *topos* du professeur et des élèves, on repère un temps où la tâche est dans un premier temps dévolue à l'élève ou aux groupes d'élèves et le professeur garde une neutralité cognitive. Cette technique professorale pourrait s'appuyer sur les éléments technologiques suivants relevant d'une démarche expérimentale :

- L'élève apprend en interagissant avec les éléments de son milieu ;
- L'élève apprend en observant un phénomène ou une expérience ;
- Les reformulations de l'enseignant sont indispensables pour élaborer le savoir.

5.3. Phase 2 : représentation du champ (type de tâches T2)

Pour cette tâche de représentation, le professeur déploie la même technique pédagogique générale : il donne la consigne 1-3-2a (représenter le vecteur champ) en la faisant lire toujours par la même élève à haute voix ; il fait chercher les élèves en groupe en se référant au manuel. Puis un temps de correction est proposé comme pour la phase précédente. Pendant cette étape l'élève au tableau consulte au fur et à mesure le manuel et le professeur contrôle la représentation réalisée par l'élève. Par exemple, « le vecteur est représenté à partir du centre de l'aiguille aimantée ».

La technologie professorale s'appuie sur les mêmes types de moments :

- Moment de première rencontre avec le type de tâches T2 ;
- Moment de l'exploration de T2 et de l'émergence de techniques τ_2 ;
- Moment de la construction du bloc théorique (utilisation des axes vertical et horizontal, angle d'inclinaison par rapport à l'horizontal pour représenter la direction et le sens du vecteur champ).

On peut penser que la technologie professorale n'est pas fondée sur les mêmes principes d'interaction avec un milieu que ceux de la phase 1, ici il n'y pas d'expérience à réaliser, l'activité est menée en référence aux éléments du milieu constitué par le manuel et il s'agit d'un travail sur le modèle physique et mathématique proposé. Les reformulations de l'enseignant semblent encore très présentes pour élaborer le savoir et sûrement indispensables pour le structurer.

5.4. Phase 3 : décomposition du champ magnétique

La technique pédagogique reste la même. Le professeur donne la consigne 1-3-2b, fait chercher les élèves, mais une intervention didactique précise qu'il faut se référer au manuel. Puis un temps de correction sera proposé à la fin de cette phase. Pendant cette dernière modalité le professeur guide le travail d'une élève au tableau pour arriver au dessin de la figure 2.

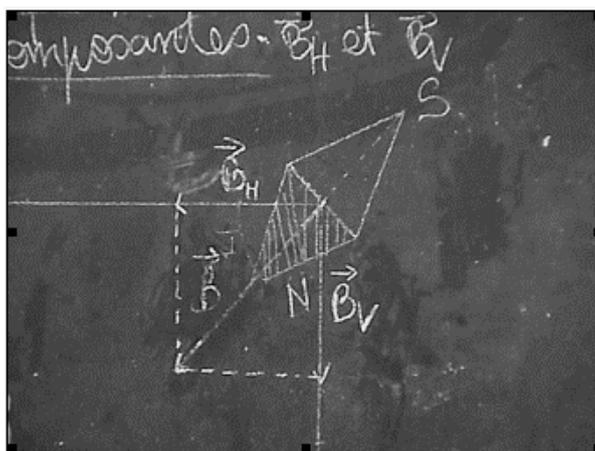


Figure 2. Dessin au tableau (phase 3).

Le professeur contrôle l'évolution du savoir visé en arrêtant l'élève Kelly au tableau (intervention S1-J-044 dans le tableau 2) parce qu'elle n'avait pas encore placé l'angle d'inclinaison I et rappelle encore que le milieu principal reste le document (intervention S1-J-049 dans le tableau 2).

S1-J-043	Kelly	maintenant, on me demande ces composantes Bh et Bv.
----------	-------	---

S1-J-044	prof	bien avant ça
S1-J-045	els	l'angle d'inclinaison
S1-J-046	Kelly	(qui est au tableau) je vais d'abord représenter l'angle d'inclinaison.
S1-J-047	prof	l'angle d'inclinaison
S1-J-048	Kelly	(hésite)
S1-J-049	prof	c'est dans le document
S1-J-050	Kelly	(se retourne pour consulter le document et corrige au tableau)

Tableau 2. Extrait 1 du verbatim de la séance observée.

La technologie professorale s'appuie toujours sur les types de moments :

- Moment de première rencontre avec le type de tâches T3 ;
- Moment de l'exploration de T3 et de l'émergence de la technique τ_3 (projections sur les axes) ou τ'_3 .

Cependant la technique de l'élève se réduit ici à faire une reproduction partielle du document et à extraire les éléments pertinents du manuel pour répondre à la tâche T3. Le moment de la construction du bloc théorique n'est pas vraiment présent pour le type de tâche T3.

5.5. Phase 4 : calcul de la norme des composantes d'un vecteur champ magnétique

La séance se poursuit avec la même technique (consigne, guidage, correction, et rappel à la référence au manuel) depuis la phase 2 en retrouvant les moments suivants :

- Moment de première rencontre avec le type de tâches T4 ;
- Moment de l'exploration de T4 et de l'émergence de la technique τ_4 ;
- Moment de la construction du bloc théorique (relation fonctionnelle entre le champ magnétique et une composante).

Le professeur exploite une remarque judicieuse de l'élève Kelly : « en regardant B_H , on peut se rappeler de la notion cosinus ». Le professeur rappelle à toute la classe par un questionnement (« dans quel type de triangle je peux aborder la notion de sinus et cosinus ? ») qu'il faut se placer dans un triangle rectangle puis utiliser les notions de cosinus et de sinus, ce qui permet d'obtenir les relations écrites au tableau (voir figure 3).

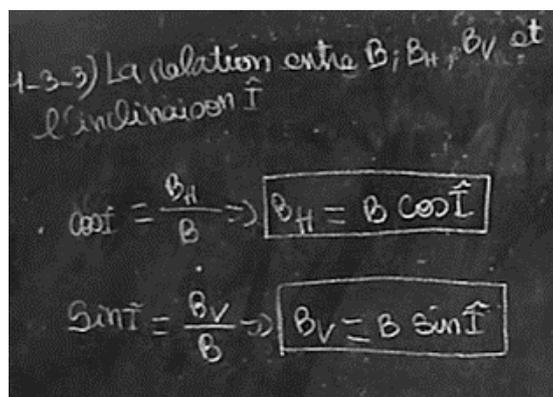


Figure 3. Relations trigonométriques écrites au tableau (phase 4).

Ce moment a essentiellement pour fonction d'élaborer les relations liant l'intensité d'un champ magnétique et de celles de ses composantes. Il permettra à l'avenir de réaliser des types de tâches comme T4 « calculer la norme d'une des composantes d'un champ » à l'aide de

l'intensité du champ magnétique ou de calculer cette intensité connaissant la norme d'une composante, sous réserve de connaître l'angle d'inclinaison.

On remarquera que, dans ce moment, de nombreuses connaissances mathématiques sont convoquées pour élaborer ces éléments technologiques, notamment dans le domaine de la géométrie euclidienne et de la trigonométrie. Il s'agit d'utiliser les relations trigonométriques dans un triangle rectangle en identifiant l'hypoténuse, le côté adjacent et le côté opposé de l'angle d'inclinaison et arriver aux relations : $\cos \hat{l} = \frac{B_h}{B}$ et $\sin \hat{l} = \frac{B_v}{B}$. On relève aussi des praxéologies algébriques relatives à la notion de formule pour exprimer les relations et les règles sur les manipulations algébriques. Ces praxéologies mixtes physico-mathématiques font l'objet d'un guidage important, suggéré par le manuel, et amplifié par l'enseignant, montrant ainsi un fort *topos* réservé au professeur.

5.6. Phase 5 (1-3-3) : Caractérisation du méridien magnétique

Ici la technique pédagogique change, le professeur questionne la classe et donne la parole à deux élèves pour arriver à une formulation qui le satisfait : « le méridien magnétique est un plan vertical qui contient le champ magnétique terrestre » et qui sera retranscrite au tableau par Kelly, comme on le voit dans l'extrait 2 du verbatim (tableau 3).

S1-J-096	prof	donc par rapport à ça, il y a une consigne qui reste encore.
S1-J-097	Falane	dis ce qu'est le méridien magnétique
S1-J-098	prof	ah! dis ce qu'est le méridien magnétique. Oui. Est-ce que tu as une réponse. Oui.
S1-J-099	prof	comment peut-on définir le méridien magnétique en nous servant de votre document qui est en face de vous ? Oui.
S1-J-100	Parfaite	le méridien magnétique est un plan qui contient le champ magnétique
S1-J-101	prof	ce plan est comment?
S1-J-102	Christelle	on peut dire que le méridien magnétique est un plan vertical qui contient le champ magnétique terrestre.
S1-J-103	prof	qui contient le champ magnétique terrestre B. on y va.
S1-J-104	Kelly	(écrit au tableau)

Tableau 3. Extrait 2 du verbatim de la séance observée.

Dans la technologie professorale on retrouve ainsi les mêmes moments :

- Moment de première rencontre avec le type de tâches T5 ;
- Moment de l'exploration de T5 et de l'émergence de la technique τ_5 ;
- Moment de la construction du bloc théorique (définition du champ méridien magnétique).

La réalisation de cette situation repose encore sur une technique « documentaire » comme le rappelle régulièrement le professeur à partir de la phase 2 : « comment peut-on définir le méridien magnétique en nous servant de votre document qui est en face de vous ? ».

6. Bilan de l'analyse

Le découpage des transcriptions en phases et moments didactiques est réalisé par le chercheur en fonction des types de tâches proposés dans le manuel et des activités réalisées en classe et en interprétant le contenu scientifique des interventions des différents locuteurs.

C'est ce découpage de la séance analysée qui nous permet de définir les praxéologies scientifiques dans la classe sur l'expérience 1. C'est une analyse a posteriori qui porte sur le travail en classe de l'enseignant et des élèves. Pour chaque type de tâches proposé aux élèves, nous avons identifié deux techniques professorales dans la mise en œuvre de l'action enseignante : une technique de gestion de l'activité des élèves et une technique de conduite du processus d'apprentissage. Celle-ci est directement liée au savoir en jeu et porte essentiellement sur le concept de champ magnétique.

La première praxéologie a un caractère expérimental. Elle est directement liée au phénomène en proposant une approche expérimentale aux élèves pour le cerner et atteindre l'apprentissage visé : reconnaître la présence d'un champ magnétique. Par contre les autres praxéologies sont basées sur des techniques documentaires, ce que nous résumons dans le tableau 4 ci-après.

Types de tâches de la discipline physique	Techniques mises en œuvre en classe pour le travail avec l'expérience 1
T1 Identifier un champ magnétique	Technique expérimentale et documentaire
T2 Représenter un vecteur champ magnétique	Technique documentaire
T3 Décomposer un vecteur champ magnétique	Technique documentaire
T4 Calculer la norme des composantes d'un vecteur champ magnétique (à l'aide de son intensité)	Technique documentaire
T5 Caractériser un méridien	Technique documentaire

Tableau 4. Bilan sur les techniques mises en œuvre en classe (expérience 1).

Nous avons analysé les praxéologies enseignantes mises en œuvre en classe par cet enseignant dans son travail. Celui-ci privilégie souvent une technique documentaire (en référence au support ou au manuel utilisé) pour conduire et gérer les séances. Au-delà de cette étude de cas, il semble bien que ce soit une pratique assez générale dans la profession des enseignants de physique au Bénin.

Il ressort de cette étude praxéologique que la technique expérimentale est exclusivement utilisée par l'enseignant dans le cas de l'accomplissement du seul type de tâches T1 : ce type de tâches concerne les phénomènes d'identification d'un champ magnétique terrestre, d'un champ magnétique créé par l'aimant et le phénomène d'identification du spectre magnétique. Tous les autres types de tâches relatifs à des situations de modélisation des phénomènes telles que, représenter un vecteur champ magnétique, représenter les lignes de champ, calculer la norme d'un vecteur, décomposer un vecteur, vérifier le sens d'un vecteur champ magnétique ou identifier les caractéristiques d'un vecteur champ magnétique, sont réalisés par des techniques documentaires. Or ceci n'est pas conforme aux demandes de l'institution qui, à travers le guide

du programme en SPCT, indique que l'enseignement-apprentissage du concept du champ magnétique doit faire référence à des activités expérimentales.

7. Conclusion et perspectives

Le cadre théorique nous a conduit à mettre au jour un phénomène d'enseignement du champ magnétique dans l'institution d'enseignement au Bénin. L'activité analysée concerne la mise en évidence expérimentale du champ créé par certaines sources magnétiques dont la terre qui est considérée comme un aimant géant. Cette analyse de la pratique enseignante en physique dans le cadre de la TAD nous a ainsi permis d'identifier les techniques professorales mises en œuvre par l'enseignant dans la classe ainsi que les choix épistémologiques relatifs au thème de l'électromagnétisme.

Les différentes phases de l'étude comportent en général les mêmes types de moments à savoir : moment de la première rencontre avec le type de tâches, moment de l'exploration de type de tâches et de l'émergence de techniques et le moment de la construction du bloc technologico-théorique. Cependant, l'accomplissement de chaque type de tâches dépend de la façon dont l'enseignant et les élèves interagissent dans le moment de la construction du bloc technologico-théorique en tenant compte du milieu. C'est ainsi que, pour l'accomplissement du type de tâches T2 (représenter par un vecteur un champ magnétique), la technologie professorale n'est pas fondée sur les mêmes principes d'interaction avec un milieu que ceux de la phase 1, du fait de l'absence d'expérience à réaliser. L'activité est menée en référence aux éléments du milieu constitué par le manuel et il s'agit d'un travail sur le modèle physique et mathématique proposé. Pour l'accomplissement du type de tâches T3 (décomposer un vecteur champ magnétique) le moment de la construction du bloc théorique n'est pas vraiment présent. Pour l'accomplissement du type de tâches T4 (calculer la norme des composantes d'un vecteur champ magnétique à l'aide de son intensité), cette phase a permis, d'une part, l'élaboration des relations liant l'intensité d'un champ magnétique et de celles de ses composantes et, d'autre part, de « calculer la norme d'une des composantes d'un champ » à l'aide de l'intensité du champ magnétique ou de calculer cette intensité connaissant la norme d'une composante, sous réserve de connaître l'angle d'inclinaison. Quant au type de Tâches T5 : Caractériser un méridien (avec comme spécimen de T5 dans la séquence celui du méridien magnétique), la réalisation de cette situation repose encore sur une technique « documentaire » caractérisée par la consigne donnée aux élèves « comment peut-on définir le méridien magnétique en nous servant de votre document qui est en face de vous ? ».

Au niveau des perspectives, nous pensons qu'une étude à l'aide de l'échelle des niveaux de codétermination didactique devrait nous permettre de mieux comprendre les raisons de ce phénomène et de provoquer des évolutions des pratiques. Comment faire évoluer la technique professorale documentaire vers une pédagogie de l'enquête et une approche plus expérimentale ? Quelle question génératrice pourrait permettre d'enclencher un PER sur le champ magnétique ? Telles sont deux des questions dont l'étude est à venir.

Références bibliographiques

Astolfi, J-P. (2010). *La saveur des savoirs : le plaisir d'apprendre*. Paris : ESF.

- Bachelard, G. (2004). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance*. Paris : Vrin. (Édition originale 1938)
- Bronner, A. (2006). Installation et régulation de l'espace parole-pensée-actions-relations. Gestes d'étude, gestes professionnels, événements et ajustements. Dans M-C. Guernier, V. Durand-Guerrier, & J-P. Sautot (Eds.), *Interactions verbales, didactiques et apprentissages : recueil, traitement et interprétation didactiques des données langagières en contextes scolaires* (pp. 115-136). Besançon : Presses de l'Université de Franche-Comté
- Bronner A. et Tossa J. (2016). La genèse et la place de la didactique des mathématiques au Bénin. Dans M. Artigue (Éd) *La tradition didactique française au-delà des frontières. Exemples de collaborations avec l'Afrique, l'Amérique latine et l'Asie*. Commission française pour l'enseignement des mathématiques.
- <http://www.cfem.asso.fr/cfem/Collaborationsdidactiquesfrançaises.pdf>
- Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : Perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12(1), 73-112.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Direction de l'inspection pédagogique du Bénin. (2011). *Guide du programme d'étude par compétences Physique-Chimie-Technologie*. Classe de Terminale D. Version révisée.
- <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01010548/file/pogrammeAPC%40commentairesAPC.pdf>
- 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, 29-53.

Annexe. Document de l'expérience 1

1-3 Champ magnétique

Expérience 1

Une aiguille aimantée est suspendue par son centre de gravité à un fil sans torsion et placée loin de tout autre aimant, de tout circuit électrique parcouru par un courant électrique et de toute masse importante de fer.

Cette aiguille s'oriente dans une direction bien déterminée et revient à cette même position lorsqu'on l'en écarte.

La direction et le sens de **SN** (sud-nord) de cette aiguille donnent la direction et le sens du champ magnétique détecté.

1.3

1-3-1 Réalise l'expérience 1 ou exploite le document 1-3.a. Donne le nom de la source du champ magnétique détecté. Déduis-en le nom du champ ainsi mis en évidence.

1-3-2 Représente ce vecteur champ et décompose le en deux composantes : l'une horizontale et l'autre verticale.

1-3-3 Donne les relations entre l'intensité du champ détecté et celle de ses différentes composantes. Tu utiliseras l'angle I appelé inclinaison magnétique du lieu.

Dis ce qu'est le méridien magnétique.

