

Des pratiques ordinaires aux pratiques axées sur une démarche fondée sur l'investigation. Analyse de pratiques d'un enseignant de physique

JAAFAR SLIMI^{1,2}, CHIRAZ BEN KILANI¹, JEAN-MARIE BOILEVIN²

¹ECOTIDI, ISEFC
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
jaafar.slimi@live.fr
chiraz.kilani@yahoo.fr

²EA 3875 CREAD
Université de Bretagne Occidentale
France
jean-marie.boilevin@espe-bretagne.fr

ABSTRACT

In this article, we present an analysis of the practices of a physics teacher, during two practical sessions, one of which is conducted according to the inquiry based science teaching process. This research is part of the theoretical framework of the dual didactic and ergonomic approach. In a first level of analysis of the results, resulting from two class observations and interviews of self-confrontation, we access the logic of actions of the teacher and the determinants of his practices. A second level of comparative analysis of the results allows us to identify the invariants and the regularities in the practices of this teacher and to infer possible evolutions in these practices.

KEYWORDS

Teaching practices, inquiry based science teaching, dual didactic and ergonomic approach, physics

RÉSUMÉ

Nous présentons dans cet article une analyse des pratiques d'un enseignant de physique, lors de deux séances de travaux pratiques, dont l'une est menée selon les principes de «la démarche d'investigation». Cette recherche s'inscrit dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique. Dans un premier niveau d'analyse des résultats, issus de deux observations de classe et d'entretiens d'auto-confrontation, nous accédons aux logiques d'actions de l'enseignant et aux déterminants de ses pratiques. Un deuxième niveau d'analyse comparative des résultats nous permet de repérer les invariants et les régularités dans les pratiques de cet enseignant et d'inférer les évolutions possibles dans ces pratiques.

MOTS-CLÉS

Pratiques enseignantes, démarche d'investigation, double approche didactique et ergonomique, physique

INTRODUCTION

Comme dans de nombreux pays, le secteur d'enseignement en Tunisie est en lien étroit avec des enjeux sociaux, politiques et économiques. Ainsi, s'impose la nécessité de disposer d'enseignants efficaces dans l'exercice du métier et donc d'une bonne formation qui leur permette de suivre les innovations et les évolutions à l'échelle mondiale au niveau de l'enseignement et de l'apprentissage. Cela suppose de mieux connaître les résultats de la recherche en éducation et en formation d'adultes, en particulier sur les pratiques enseignantes, afin de proposer des dispositifs de formation performants permettant de développer la professionnalisation des enseignants.

Diverses recherches (Adjage & Weisser, 2013; Goigoux, 2007; Kermen, 2017; Ligozat, 2015; Pautal, Venturini & Schneeberger, 2013; Péliissier & Venturini, 2016; Robert & Vivier, 2013; Roditi, 2014; Sensevy, 2012; Talbot & Arrieu-Mutel, 2012) s'intéressent à l'analyse des pratiques enseignantes dans le but d'appréhender les logiques d'actions des enseignants en classe, à travers des études basées sur la description, l'explication et la compréhension de ces pratiques.

Cependant, il semble que le plus souvent ces recherches évoquent les pratiques enseignantes en relation avec leurs effets sur l'apprentissage des élèves, en se centrant sur ce qui est réalisé / observé en termes de contenu et sur le discours adopté par l'enseignant en classe, sans pour autant prendre en considération les contraintes (d'origines sociale, institutionnelle et personnelle) qui découlent des conditions d'exercice du métier d'enseignant. C'est pourquoi les études sur les pratiques enseignantes s'inscrivent dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique, dans les champs des mathématiques et de la chimie (Chesnais, 2011; Coulange & Robert, 2015; Cross, 2010; Kermen & Barroso, 2013; Molvinger & Munier, 2014; Roditi, 2014), ont retenu notre attention. Elles nous incitent à mener une étude dans le champ de la physique afin d'étudier les logiques d'actions des enseignants tunisiens et les marges de manœuvres que se donnent ces derniers ainsi que les accompagnements accordés aux élèves à la lumière des contraintes du métier dans le contexte éducatif tunisien.

Nous évoquons au début de cet article des éléments théoriques sur l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Ensuite, nous présentons les éléments théoriques et méthodologiques issus de la « double approche didactique et ergonomique » sur lesquelles nous nous appuyons pour analyser les pratiques de deux enseignants de physique. Et nous présentons certains résultats issus de ces analyses que nous discutons dans une dernière partie.

L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES FONDÉ SUR L'INVESTIGATION

L'implantation d'une démarche d'investigation dans l'enseignement des sciences (DIES) vise à instaurer des stratégies d'apprentissage plus attrayantes et motivantes (Calmettes & Matheron, 2015). Aux Etats Unis, on recommande l'*Inquiry-based Science Education (IBSE)* parfois noté *IBST (Inquiry based Science Teaching)* centré sur l'action des élèves et basé sur le quotidien (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007). Selon De Boer (2004, p. 19), l'un des buts essentiels de ce type de démarche est de renforcer l'autonomie et développer le sens de la citoyenneté : « *Not become scientists themselves, but how will be autonomous, independent thinkers. As informed citizens they should have an inquisitive and questioning attitude and a faith in their ability to ask an important questions and seek answers to those questions, be able to solve problems by drawing together necessary resources and work alone or others on project to see them through to completion* ».

Différents curricula et standards d'enseignement scientifique s'orientent vers l'investigation scientifique comme nouvelle approche permettant de développer chez les élèves l'esprit créatif et critique et d'exercer des activités de plus haut niveau cognitif. Ces orientations apparaissent depuis 1990 de manière explicite dans : Sciences for all Americans, National Research Council, English National Science Curriculum, PISA.

Dans le contexte Français, l'idée de « démarche d'investigation » revient à la fin des années 1960 et au début des années 1970, notamment dans les travaux des équipes de l'INRP (Calmettes & Boilevin, 2014). « La démarche d'investigation » a été institutionnalisée dans l'enseignement des sciences au collège comme étant le prolongement d'une pratique préconisée au primaire (Mathé, Méheut & De Hosson, 2008). Cette démarche vise à dépasser les activités qui étaient centrées sur des apprentissages manipulatoires ou conceptuels, et organisées selon des démarches stéréotypées, pour instaurer un enseignement des sciences fondé sur des investigations ouvertes (Jameau & Boilevin, 2015).

Selon leurs promoteurs, l'un des principaux objectifs de cette rénovation est de rendre l'élève acteur principal dans le processus d'apprentissage : « *les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques* » (MEN, 2000). Ajoutons que la « démarche d'investigation » est introduite suite au programme « la main à la pâte » qui a permis de susciter l'intérêt des élèves pour les sciences : « *In France, inquiry-based science education (IBSE) was introduced with "La main à la pâte", a program launched by the French Academy of sciences in 1996. Tasks relating to scientific inquiry are encouraged, aiming to develop a scientific literacy for all and raise students' interest in science* » (Boilevin, Morge & Delserieys, 2010, p. 1).

Dans l'introduction des programmes français (MEN, 2007), les concepteurs proposent une description détaillée de « la démarche d'investigation » à suivre pour l'ensemble des disciplines scientifiques (mathématiques, SVT, physique et chimie, technologie). Ils proposent dans ce but un « canevas¹ » construit autour de « sept moments essentiels », tout en insistant sur le fait que « *L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter d'une manière linéaire* » (MEN, 2007, p. 5) :

- choix d'une situation problème de départ ;
- appropriation du problème par les élèves ;
- formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles ;
- l'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves ;
- échange argumenté autour des propositions élaborées ;
- acquisition et structuration des connaissances ;
- opérationnalisation des connaissances.

Dans le contexte français, diverses recherches se focalisent sur « la démarche d'investigation » dans le cadre de l'analyse des pratiques enseignantes, en se centrant sur le processus d'enseignement/apprentissage mis en jeu et en se référant à différents cadres théoriques (Cross & Grangeat, 2014; Jameau & Boilevin, 2015; Molvinger & Munier, 2014; Venturini & Tiberghien 2012).

Dans notre étude de cas, nous cherchons à ressortir les logiques que se donne l'enseignant pour la mise en œuvre d'une séance de classe de physique fondée sur la démarche d'investigation, à identifier les déterminants qui guident ces logiques et à dégager les régularités et les variabilités des pratiques enseignantes suite à la mise en place de cette démarche.

¹ Dans notre recherche, ce canevas est adopté dans une formation organisée pour les enseignants au sujet de la démarche d'investigation.

CADRE THÉORIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Dans ses études en didactique des mathématiques, Robert considère que les pratiques d'un enseignant englobent « *tout ce qui se rapporte à ce que l'enseignant pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas, sur un temps long, que ce soit avant, pendant ou après les séances de classe* » (Masselot & Robert, 2007, p. 17).

En terme d'analyse des pratiques enseignantes, Robert et Rogalski (2002) proposent deux visées: une didactique « *pour analyser d'un premier point de vue les pratiques en classe d'un enseignant particulier, sur un contenu précis, en relation avec les apprentissages potentiels des élèves associés a priori à ces pratiques* » (ibid, 2002, p. 506) et une autre qui dérive de l'ergonomie cognitive pour pouvoir accéder au métier de l'enseignant et à « *son insertion dans le collectif des enseignants et des enseignantes* » (ibid, 2002, p. 508).

Selon ces deux auteurs, le cadre de la double approche didactique et ergonomique a été développé dans un but descriptif, mais aussi pour expliquer les régularités et la variabilité des pratiques enseignantes dans le champ des mathématiques, du fait que l'analyse selon une visée didactique (parcours cognitif adopté, interactions au sein de la classe et accompagnement accordé aux élèves) reste insuffisante pour cerner dans une vision globale les choix adoptés par les enseignants et leurs logiques d'actions. Ces auteures proposent ainsi d'intégrer d'autres éléments tels que l'environnement social et professionnel, les programmes et les représentations des enseignants envers leur métier.

Elles proposent ainsi un cadre d'analyse des pratiques enseignantes élaboré autour de cinq dimensions (Robert & Rogalski, 2002) :

Une dimension cognitive qui traduit les parcours cognitifs adoptés par les enseignants à travers les contenus et les scénarios conçus. Une telle dimension met l'accent sur « l'environnement » en relation avec le contenu disciplinaire enseigné et les différents choix cognitifs de l'enseignant. Elles détaillent cette composante en deux niveaux du contenu mis en jeu :

- globalement, à l'échelle de l'enseignement d'une notion, à un niveau scolaire donné, il s'agit de préciser les dialectiques organisées pour les élèves entre savoir ancien et savoir nouveau, et entre décontextualisation et contextualisation des savoirs en jeu ;
- localement, pendant chaque séance, il est nécessaire de préciser les savoirs exposés en classe, qu'ils soient généraux (décontextualisés), génériques (avec un moindre degré d'abstraction) ou « méta » (qui portent sur des savoirs disciplinaires, méthodes, etc.).

Une dimension médiative qui englobe « *les déroulements, les improvisations, les discours, l'enrôlement des élèves, la dévolution des consignes, l'accompagnement des élèves dans la réalisation de la tâche, les modes de validation, les expositions de connaissances* » (Masselot & Robert, 2007, p. 19) ;

Une dimension personnelle traduisant tout ce qui est propre à l'enseignant, ses connaissances scientifiques, ses conceptions sur la physique (dans notre cas), sa vision à envers l'enseignement de la matière... ;

Une dimension sociale qui « *caractérise la façon dont l'enseignant fait avec les choix collectifs des collègues de l'établissement, les habitudes professionnelles des enseignants de physique-chimie (...) et le milieu social des élèves, qui sont des contraintes ou déterminants sociaux* » (Kermen, 2017, p. 27) ;

Une dimension institutionnelle en relation avec les programmes officiels et les instructions en vigueur, le nombre d'élèves en classe et pour chaque groupe, la disponibilité du matériel didactique spécifique à la physique (dans notre cas), la répartition horaire en cours et en travaux pratiques, les recommandations des inspecteurs etc. Cette composante « *renvoie en partie, à la façon dont le professeur s'approprie, interroge les contenus des programmes*

officiels ou des ressources mises à sa disposition » (Coulange & Robert, 2015, p. 84).

En référence à ce cadre théorique, nous cherchons pour notre part à répondre aux questions de recherche suivantes : avec quelles logiques d'actions, les activités d'un enseignant de physique sont-elles guidées ? Quelles sont les régularités et les variabilités qui marquent les pratiques enseignantes, suite à la mise en œuvre de deux séances d'enseignement en physique, dont l'une est fondée sur l'investigation ?

MÉTHODOLOGIE

Cette étude de cas des pratiques enseignantes concerne l'enseignement, par un même professeur, de la loi de distribution des tensions électriques dans un circuit électrique avec deux démarches différentes pour deux classes différentes. Nous explicitons dans cette section l'organisation du recueil des données, de leur traitement et de leur analyse.

Recueil de données

Les deux classes de première secondaire observées font partie d'un lycée situé dans une région centrale de la Tunisie, avec des élèves âgés de 16 ans.

Dans le tableau 1, nous présentons le thème traité lors des deux séances, la nature et le type de chacune des deux séances.

TABLEAU 1
Les séances observées

Séances	Thème traité	Nature de la séance	Type de la séance
(1)	répartition des tensions dans un circuit électrique	TP	Séance ordinaire
(2)	répartition des tensions dans un circuit électrique	TP	Séance de type DI

Dans le but d'étudier les effets d'une formation au sujet de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation, sur les pratiques enseignantes, nous demandons à l'enseignant de réaliser une séance d'enseignement de physique menée selon la démarche d'investigation telle qu'elle est prescrite dans le canevas construit autour de sept moments essentiels (MEN, 2007).

La première séance observée est de type ordinaire, dans le sens où le choix est laissé à l'enseignant au niveau de son organisation et la démarche qu'il préconise lors de son déroulement. Deux actions de formation portant sur le sujet de « l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation » ont été suivies par le professeur :

- Une première action de formation animée par le chercheur, d'une durée de quatre heures, a été réalisée avec un groupe de 15 professeurs de sciences physiques. La formation s'est déroulée sur deux volets :
 - a. un volet théorique dans lequel nous avons présenté un aperçu sur l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation dans le contexte international, les pratiques d'une démarche de type investigation en classe des sciences et les étapes d'une telle démarche ;
 - b. un second volet pratique dans lequel nous avons présenté quelques séquences de classe traitées autour de la démarche de type investigation. Cette présentation a été suivie par un travail de groupes dans lequel il est demandé aux enseignants présents de préparer des séquences d'enseignement basées sur l'investigation pour des thèmes différents de la physique.

- Une deuxième action de formation organisée avec le professeur, d'une durée de trois heures, dans laquelle nous sommes revenus sur les différentes étapes de la démarche d'investigation pour plus d'éclaircissement. Nous avons également étudié quelques séquences d'enseignement fondé sur l'investigation, préparées à l'avance par le professeur pour deux thèmes de physique différents. Cette action de formation a été aussi une occasion pour étudier avec le professeur les techniques d'élaboration et de recherches des situations problèmes requises pour le déclenchement des séances d'enseignement fondée sur l'investigation.

Le corpus que nous recueillons comporte les données issues des fiches de travaux pratiques (TP) préparées par l'enseignant, des enregistrements vidéo et audio des séances de classe, ainsi que des entretiens d'auto-confrontation avec l'enseignant.

À la suite de chaque séance observée, nous menons, avec l'enseignant, un entretien proche de la modalité de l'entretien d'auto-confrontation simple (Durand, 2008; Theureau, 2010). Lors de ces entretiens, l'enseignant est remis en situation d'action, où il lui est demandé de justifier certains choix évoqués lors de la séance et d'apporter des éclaircissements à propos de ce qu'il faisait lors de la séance et prenait en compte pour agir (Jameau, 2015). Des questions semi-directives sont aussi posées à l'enseignant dans le but de dégager son regard envers le métier d'enseignant et les contraintes face auxquelles il se trouve. Pour préparer chaque entretien d'auto-confrontation, nous mettons à la disposition de l'enseignant l'enregistrement vidéo de la séance.

L'analyse des transcriptions des deux entretiens permet de comprendre et d'inférer certaines contraintes en relation avec les dimensions institutionnelle, sociale et personnelle. Les enregistrements vidéo ont été réalisés à l'aide d'une caméra numérique qui suit l'enseignant pendant la plupart du temps. A l'aide de la caméra on peut zoomer, dans les cas nécessaires, sur le tableau ou sur les productions des groupes

Traitement des données

Dans une première étape, nous effectuons une transcription des différents enregistrements vidéo. Les transcriptions, ainsi que le contenu des enregistrements vidéo, sont exploités pour préparer des synopsis (Sensevy & Mercier, 2007) permettant de donner une vision récapitulative des déroulements. Nous repérons dans chaque synopsis : les différentes phases didactiques ; le temps : la durée de déroulement de chaque phase didactique ; le nombre de tours de paroles par type de locuteur ; l'organisation du travail avec les différents modes de regroupement de la classe ; les activités déployées par l'enseignant et les activités déployées par les élèves.

Dans une deuxième étape, l'exploitation des synopsis et des transcriptions nous permet d'accéder à un découpage des différentes phases en épisodes montrant les activités déployées par chaque intervenant dans les séances de classe. Nous avons choisi de repérer, pour chaque épisode, le nombre de tours de paroles pour l'enseignant et ses élèves pour étudier par la suite leurs fréquences d'interventions et les éventuels effets sur l'apprentissage. Dans une troisième étape, nous avons découpé le contenu de chaque fiche de TP en identifiant les tâches prévues. Nous notons tâche tout ce qui « *correspond à l'unité la plus petite permettant de comprendre le travail de l'élève, c'est-à-dire permettant de comprendre l'activité provoquée par la tâche* » (Chesnais, 2009, p. 95). Cet ensemble de tâches constitue l'itinéraire cognitif que l'enseignant propose à ses élèves. Nous repérons ensuite tout ce qui est attendu des élèves à partir des tâches prescrites dans chacune des deux fiches. Les différentes tâches repérées font l'objet par la suite d'une analyse a priori permettant de repérer les activités attendues. Nous nous appuyons dans l'analyse des différentes tâches sur l'analyse des connaissances qu'elles mettent en jeu pour identifier les activités attendues des élèves.

À travers la triangulation des résultats des différentes analyses, nous dégagons les logiques d'action de l'enseignant, les régularités et les variabilités dans ses pratiques.

RÉSULTATS DES ANALYSES DES DONNÉES

Analyse a priori des fiches de travaux pratiques

L'analyse a priori de la fiche de TP de la première séance montre un contenu organisé selon un ordre en conformité avec les instructions du programme (programme des sciences physiques 1ère et 2ème année de l'enseignement secondaire, 2010). Il s'agit d'une fiche caractérisée par des objectifs d'apprentissage, dont les tâches identifiées sont construites essentiellement autour des connaissances procédurales en relation avec la mesure de grandeurs électriques et la recherche d'une relation possible entre ces différentes grandeurs.

Il semble que l'enseignant est guidé, dans la construction de la fiche, par des exigences institutionnelles qui imposent à l'enseignant de suivre un modèle prototype, auquel les enseignants sont souvent habitués, ayant comme objectif la recherche de nouvelles connaissances, à travers l'étude d'un cas particulier, qui sera par la suite généralisée.

Les tâches sont construites avec des verbes d'action (*régler le générateur, fermer le circuit, brancher le voltmètre aux bornes de chaque dipôle puis mesurer sa tension*) qui mettent les élèves dans une sorte d'exécution des tâches lors du déroulement effectif de la séance. Il semble que l'enseignant cherche, à travers cette formulation de tâches, à créer une sorte de guidage, à travers des consignes claires, laissant ainsi peu de place à l'initiative des élèves pour qu'ils proposent eux-mêmes les activités à développer.

L'absence d'une phase introductive, construite autour d'une situation concrète, laisse penser que l'enseignant ne cherche pas à questionner les conceptions des élèves à propos du thème traité.

Il nous semble que les logiques ayant guidé l'enseignant dans la construction de la fiche de TP obéissent à des déterminants en relation à la fois avec la dimension institutionnelle et personnelle. Nous pensons que l'enseignant cherche à construire la fiche de TP avec un contenu qui respecte dans sa majorité les recommandations du programme et en se référant essentiellement au contenu du manuel scolaire² destiné aux activités expérimentales en lien avec le thème traité.

La manière avec laquelle l'enseignant conçoit la tâche destinée à l'application de la loi visée (figure 1 en annexe) reflète une vision personnelle, en ce qui concerne la mobilisation des connaissances physiques à travers une situation qui suscite l'intérêt des élèves et les encourage à la résoudre, comme étant une situation qui pose un défi pour eux. Ce dernier réside dans la recherche de l'erreur commise par l'expérimentateur de la situation, ce qui nous amène à penser que cet enseignant cherche une sorte de lien entre la partie réservée à l'étude expérimentale et l'application qui est conçue avec une logique de continuité avec les expériences déjà programmées.

L'analyse a priori de la fiche de TP de la deuxième séance montre que le contenu est organisé selon un ordre à nouveau en conformité avec les instructions du programme. La fiche de TP est conçue selon une logique d'apprentissage qui prend appui sur des situations concrètes comme élément de départ, susceptible d'engendrer chez les élèves des questionnements construits à partir de la mobilisation de leurs connaissances antérieures. L'enjeu principal est d'amener les élèves à construire des connaissances nouvelles à travers des problématisations et des résolutions de problème. Il s'agit pour cela de les conduire à

² En Tunisie, pour chaque niveau d'enseignement, il n'existe qu'un seul manuel scolaire délivré par le ministère de l'éducation

s'approprier les situations de déclenchement, en s'appuyant sur leurs connaissances et leurs conceptions, et de leur permettre de développer une investigation expérimentale.

Analyse des déroulements effectifs

Déroulement de la première séance

A partir du synopsis de la séance et de l'enregistrement vidéo, nous avons préparé le tableau d'analyse de la séance (tableau 2), dans laquelle nous repérons les différentes phases de la séance, les épisodes organisateurs de chaque phase, leurs durées, l'organisation de la classe, la répartition des tours de paroles et les dimensions qui en découlent, en référence à la double approche.

TABLEAU 2
Répartition des épisodes de la première séance

Phases	Épisodes	Durée	Organisation de la classe	Nombre de tours de paroles	Dimensions
(1) ³ Préparation de l'étude expérimentale	(Ep ⁴ 1) présentation du thème	34 s	exposition par le professeur	P ⁵ : 20 E ⁶ : 17	cognitive
	(Ep 2) présentation des tâches expérimentales	3 min 29 s	collectif		cognitive + médiative
	(Ep3) travail préliminaire des élèves	5 min	individuel par les élèves + intervention du professeur		cognitive + médiative + institutionnelle
	(Ep 4) rappel de la tâche à faire	45 s	présenté par le professeur		cognitive + médiative
(2) Activités expérimentales	(Ep 5) réalisation et branchements du montage (circuit série)	7 min 30 s	collectif (travail de 4 groupes)	P : 5 E : 4	cognitive + médiative
	(Ep 6) prises des mesures	8 min 52 s	Collectif	P : 10 E : 7	cognitive + médiative
	(Ep 7) réalisation du circuit en dérivation et prise de mesures	15 min 37 s	Collectif	P : 25 E : 24	cognitive + médiative
(3) Institutionnalisation du savoir	(Ep 8) pour un circuit série	4 min 27 s	professeur au tableau + élèves	Enseignant seul	cognitive + médiative
	(Ep 9) pour un circuit en dérivation	4 min 33 s	Collectif	P : 7 E : 9	cognitive + médiative
(4) Mobilisation du savoir	(Ep 10) Intégration du savoir	5 min 47 s	Professeur + élève au tableau	P : 7 E : 6	cognitive + médiative

D'un point de vue de la composante médiative, la forme générale du déroulement reflète chez l'enseignant une attitude visant à faire participer les élèves dans les diverses activités. Cette participation est très guidée à travers des questions avec des réponses attendues de la part des élèves parfois brèves. L'autonomie et la prise d'initiative sont rarement présentes. Il semble

3 Numéro de la phase

4 Numéro de l'épisode

5 Professeur

6 Élève

que l'enseignant cherche, à travers ce choix de guidage, à limiter au maximum le rôle des élèves dans les tâches qu'il considère comme complexes. Ainsi, il soumet régulièrement des consignes explicatives, il prend en charge les adaptations qui nécessitent certaines réflexions de la part des élèves, il anticipe leurs propositions pendant les moments d'échanges collectifs en classe entière pour proposer des pistes d'exploitation des résultats expérimentaux dans le travail de structuration des connaissances. Il semble que ces logiques d'actions soient guidées d'une part par le facteur temps qui est toujours présent dans le discours de l'enseignant : « *Allez vite vite on a raté beaucoup de temps* » (séance 1, phase 1, épisode 7) et c'est ce qui est confirmé par l'enseignant lors de l'entretien d'auto-confrontation (séance 1) : « *c'est vrai, il est peut-être mieux d'ouvrir une discussion avec tous les élèves. Mais, faute de temps, on essaie de corriger les erreurs remarquées avec chaque groupe afin de pousser le travail en avant pour aboutir à un résultat à partir de laquelle on tire une conclusion* ». De plus, nous considérons que la vision personnelle de l'enseignant, en ce qui concerne l'enseignement des sciences, est l'un des déterminants qui marque le déroulement de la séance. En effet, les interventions de l'enseignant sur la manière avec laquelle devrait être menée l'activité expérimentale, sur l'exploitation des différentes mesures faites et sur la généralisation de la distribution des tensions électriques dans un circuit électrique, sous la forme d'une loi, reflète un choix personnel à propos de la mise en œuvre d'une séance de travaux pratiques inspirée d'une démarche à caractère inductif (Robardet & Guillaud, 1997). Lors de l'entretien pré-leçon avec l'enseignant, il déclare que pour lui, une séance d'enseignement de la physique devrait être menée avec des activités organisées autour d'une situation expérimentale, pour en tirer des résultats permettant une généralisation des connaissances construites : « *L'enseignement de la physique est : réaliser des expériences par les élèves sous le contrôle du professeur, noter les observations et faire des mesures par les élèves et les discuter avec le professeur puis, par la suite discuter collectivement avec le professeur, pour comparer les résultats et tirer les conclusions* ».

Dans son discours, l'enseignant insiste à chaque fois sur le fait que toutes les activités des élèves doivent être menées sous le contrôle de l'enseignant, même si les élèves sont guidés étape par étape. De plus les résultats qui en découlent sont discutés immédiatement avec les élèves, sans pour autant penser à impliquer les groupes dans une discussion inter-élèves avant de passer à une discussion collective. Il nous semble que l'enseignant se donne le statut d'un accompagnateur des élèves dans tous les détails des activités dans lesquelles sont impliqués.

Avec cet enseignant, nous repérons une répartition non équitable entre les différentes formes de travail. Les activités effectives menées collectivement dominent sur celles qui sont menées individuellement (49 min pour le travail collectif contre 6 min 30 s pour le travail individuel). Cette organisation limite à la fois la prise d'initiative et l'expression des élèves. Pendant les différents épisodes, l'enseignant incite les élèves, en leur accordant un court temps de réflexion, à travailler individuellement ou en groupes sur les tâches proposées, avant qu'il n'intervienne, avec des aides qui débloquent certaines situations.

Lorsque les élèves travaillent en groupes, l'enseignant fait le choix de les guider de près dans la résolution des différentes tâches proposées. Ses interventions vont parfois jusqu'à la prise en charge de certaines tâches, essentiellement d'ordre expérimental. Les échanges collectifs sont généralement déclenchés suite à une prise d'initiative de la part de l'enseignant, qui prend en charge d'une manière continue la mise au point des tâches à faire par les élèves, l'explication de certaines connaissances, déclaratives ou procédurales, les commentaires des différents résultats trouvés, même lorsqu'ils font l'objet d'une discussion collective en classe entière. Il en résulte donc une organisation du travail marqué par des interventions fréquentes de l'enseignant, agissant sur le contenu des activités qui devraient être déployées par les élèves, même s'il s'agit d'un travail de groupes où nous pourrions

attendre une mise en autonomie des élèves et des aides d'orientation de la part de l'enseignant.

D'un point de vue de la composante cognitive, l'enseignant cherche à étudier une simple relation entre les différentes tensions aux bornes des dipôles d'un circuit fermé, pour institutionnaliser la loi des mailles, sans aborder la loi d'additivité des tensions dans un circuit série, bien que l'exploitation des mesures prises passe par la recherche d'une sorte de comparaison entre la valeur de la tension mesurée aux bornes du générateur et la somme des tensions aux bornes des différents dipôles récepteurs faisant partie du circuit étudié. Il nous semble que cette logique est guidée par des instructions institutionnelles figurant dans le contenu du programme qui se donne comme objectifs la recherche et l'application de la loi des mailles, ce qui est peut être interprété par l'enseignant comme l'obligation de ne pas évoquer avec les élèves la loi d'additivité des tensions.

Déroulement de la deuxième séance

À partir du synopsis de la séance et de l'enregistrement vidéo, nous avons préparé le tableau d'analyse de la séance (tableau 3).

TABLEAU 3
Répartition des épisodes de la deuxième séance

Phases	Episodes	Durée	Organisation de la classe	Nombre de tours de paroles	Dimensions
(1) Présentation de la situation de déclenchement	(Ep1) rappel	3 min	collectif	P : 4 E : 6	cognitive
	(Ep 2) proposition des situations de déclenchement	4 min	enseignant seul	P : 7 E : 3	cognitive
(2) Appropriation du problème et formulation d'hypothèses et de protocole expérimental	(Ep 3) discussion des situations proposées	10 min	travail de groupes	P : 7 E : 6	cognitive + médiative
	(Ep 4) proposition d'hypothèses explicatives Et de protocole possible	4 min 30 s	travail de groupes	P : 8 E : 11	cognitive + médiative
(3) Investigation	(Ep 5) branchement et prise des mesures	24 min	travail de groupes	P : 7 E : 5	cognitive + médiative
(4) Structuration des connaissances et institutionnalisation du savoir	(Ep 6) établissement de la loi des mailles	10 min	professeur au tableau + élèves	P : 7 E : 6	cognitive
(5) Mobilisation du savoir	(Ep 7) intégration du savoir	5 min	professeur au tableau + élèves	P : 2 E : 3	cognitive

D'un point de vue de la composante cognitive, en lien avec les contenus choisis, l'enseignant cherche à mettre en œuvre une séance de TP fondé sur l'investigation. Les situations de départ, telles qu'elles sont présentées dans la figure 2 en annexe, visent à susciter l'intérêt des élèves et les invitent à construire un problème à résoudre expérimentalement. Ce travail de

problématisation devrait être suivi d'une étape d'émission d'hypothèses où il est demandé aux élèves de choisir des lampes permettant de surmonter la défaillance d'éclairage posé dans les deux situations de départ. Une phase d'investigation expérimentale est par la suite réservée à la confirmation ou l'infirmité des différentes hypothèses émises.

Nous notons que même si les activités effectives des élèves se déroulent autour des tâches identifiées dans l'analyse a priori de la fiche de TP, elles sont menées de manières différentes par rapport aux activités attendues dans cette analyse a priori. En effet, nous nous attendions à ce que les élèves arrivent à problématiser les situations de départ et formuler les questions adéquates, à travers un travail de groupe, avant de passer à des activités d'échange à propos des différentes propositions. Cependant, le déroulement effectif de la séance montre que l'enseignant opte pour l'installation d'un mode de travail guidé où les élèves sont contrôlés perpétuellement, de manière à les amener à l'objectif visé. Dans chacune des activités possibles, l'enseignant délègue aux élèves l'installation du travail en toute autonomie mais nous constatons qu'il intervient rapidement pour proposer des pistes de résolution qui orientent les élèves dans leurs activités possibles. A travers cette forme de travail, nous pensons que l'enseignant cherche à installer avec ses élèves un type de démarche d'investigation plus ou moins guidée qui permet aux élèves de participer et à l'enseignant d'intervenir aux moments propices pour faciliter les tâches sur lesquelles les élèves sont invités à travailler (Windschitl, 2003).

Notons ici que les interventions de l'enseignant visent d'une part à enrôler les élèves dans la résolution des tâches prescrites et d'autre part, à inciter les élèves à mobiliser la notion de tension électrique et des différents types de circuits, dans la recherche des solutions possibles.

Les aides que l'enseignant apporte aux élèves sont généralement productives, en leurs apportant des informations sous forme d'un savoir, qui permettent de simplifier les tâches à résoudre. Cependant, nous classons les informations que l'enseignant donne aux différents groupes, à propos de la nature de circuit adapté à chacune des deux situations étudiées (figure 2 en annexe), dans la catégorie des aides constructives, du fait qu'elles laissent peu de place à l'initiative des élèves dans la proposition de protocole expérimental indispensable à la phase d'investigation et à la vérification des hypothèses retenues.

Lors de la phase de structuration des connaissances, la grande partie du travail est prise en charge par l'enseignant, qui intervient pour rectifier ce qu'il considère comme des erreurs dans les interventions des élèves. Ainsi, c'est lui qui déduit la loi des mailles dans le cas général, contrairement à ce qu'on attend comme activité possible des élèves. C'est peut-être le souci de traiter la phase qui suit (mobilisation des connaissances dans d'autres situations), pendant les cinq minutes qui restent de la séance, qui guide l'enseignant dans ce choix. A ce souci s'ajoute le facteur temps qui influence beaucoup le déroulement de la séance et c'est ce que l'enseignant soulève, en réponse à notre question pendant l'entretien sur les raisons qui justifient son guidage remarquable des activités des élèves en signalant que c'est « *uniquement pour gagner du temps* ».

D'un point de vue de la composante médiative, le travail collectif marque les différentes phases de la leçon. Le seul épisode de la séance pendant lequel le travail est mené d'une manière individuelle, est celui de la présentation des situations de déclenchements. Nous considérons que cette tendance enrichit l'interaction élèves-élèves et enseignant-élèves qui s'avèrent nécessaire pour la réussite de l'enseignement par démarche d'investigation. Toutefois, ce mode de travail qui s'appuie essentiellement sur la discussion collective entre l'enseignant et les élèves, rend les activités de ces derniers très cadrées et dépendantes de ce que l'enseignant devrait apporter comme aides pour soutenir le travail des élèves.

Par ailleurs, le fait de rester sur un travail collectif, surtout pendant la phase de mobilisation des connaissances, ne permet pas à l'enseignant de s'assurer que les élèves s'approprient les notions traitées ou de cerner les difficultés d'apprentissage.

Les interventions de l'enseignant sont relativement proches de celles des élèves au cours des différentes phases de la leçon, mais malgré cette répartition, la fréquence des interventions de l'enseignant reste élevée. L'enseignant cherche souvent à cadrer les interventions des élèves à travers le renforcement de leurs activités, par le biais de consignes explicatives et le recours à un mode de travail collectif dans lequel les interactions verbales entre l'enseignant et ses élèves sont multiples. Même si certaines phases de la leçon nécessitent l'adoption d'un travail individuel pendant lequel les élèves sont invités à mener des activités productives en toute autonomie, nous notons, pendant la phase d'investigation, des interventions, de la part de l'enseignant, ayant comme but de soulever avec les élèves certaines erreurs d'ordre expérimental. Ce qui engendre une discussion avec les élèves à propos des procédures propices permettant de dépasser les éventuels incidents.

Nous synthétisons dans le tableau 4, pour chaque phase de la séance, les activités des élèves et celles de l'enseignant et le lien de chaque phase avec la démarche d'investigation.

- choix d'une situation problème de départ ;
- appropriation du problème par les élèves ;
- formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles ;
- l'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves ;
- échange argumenté autour des propositions élaborées ;
- acquisition et structuration des connaissances ;
- opérationnalisation des connaissances.

TABLEAU 4

Lien des différentes phases de la séance avec les étapes de la DI

Phases	Déroulement		Lien avec le DI remarques
	Activités des élèves	Activités de l'enseignant	
(1)	Rappellent quelques connaissances suite à la demande de l'enseignant.	Présente les situations de déclenchement et apporte quelques explications	Le contenu de cette phase est en lien avec la première étape du canevas. Les explications apportées par l'enseignant peuvent influencer les élèves dans l'étape de problématisation.
(2)	Discutent quelques pistes de résolution de la situation de départ. Proposent une hypothèse explicative. Proposent un protocole expérimental. Représentent le schéma du circuit proposé	Orienté le débat entre les élèves. Discute avec les groupes l'hypothèse relative à chaque situation. Discute avec les groupes le protocole expérimental proposé.	Le contenu de cette phase est en lien avec les étapes de problématisation, de formulation d'hypothèses explicatives et de protocole possible. Les aides de l'enseignant ne favorisent pas une réelle problématisation des situations de départ. L'enjeu principal de l'enseignant est d'inciter les élèves à proposer un protocole expérimental
(3)	Réalisent le circuit. Mesurent les tensions, discutent entre eux et avec l'enseignant les résultats de l'expérience proposent une relation	Contrôle le travail des groupes. Oriente les élèves dans les prises de mesures. Intervient pour soulever avec les élèves quelques erreurs de mesure.	Le contenu de cette phase est en lien avec l'étape d'investigation. Chevauchement entre la phase d'investigation et la mise en commun des différentes solutions apportées. La confirmation ou l'infirmité des hypothèses pourrait être renvoyée à la

	entre les différentes tensions mesurées. confirment l'hypothèse émise au début.	Discute avec les élèves la relation qui peut être dégagée à partir des mesures faites.	phase de mise en commun
(4)	Proposent la relation entre les tensions électriques dans les deux cas de circuits réalisés. Notent la loi	Discute avec les élèves les résultats trouvés. Note la loi des mailles relative à un circuit électrique.	Le contenu de cette phase est en lien avec l'étape de structuration des connaissances
(5)	Proposent une réponse à la situation étudiée dans l'application. Notent la correction de l'application.	Discute avec les élèves l'application proposée. Propose des pistes de résolution.	Le contenu de cette phase est en lien avec l'étape de mobilisation.

Le contenu du tableau montre que la séance menée selon les principes de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation, est organisée, dans sa globalité, selon la logique de la démarche d'investigation, décrite dans les instructions officielles (MEN, 2007). Cependant, il nous semble que l'enjeu principal de l'enseignant est d'amener les élèves à réaliser des activités expérimentales permettant d'établir une relation mathématique entre les tensions électriques aux bornes des éléments constitutifs d'un circuit électrique. Nous considérons qu'à travers la présentation des situations de déclenchements initiales, l'enseignant vise essentiellement à donner un sens à l'apprentissage. Le souci principal pour lui est de faire réussir la phase d'investigation, afin d'accéder à une loi reliant les différentes tensions électriques dans un circuit fermé, conformément aux recommandations du programme officiel (Ministère de l'Éducation, 2010).

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse des deux séances nous permet de déterminer les logiques d'actions de l'enseignant observé.

Selon la dimension cognitive

Lors de la première observation, il semble que les actions de l'enseignant sont guidées par des logiques en relation avec le contenu enseigné, qui est en lien étroit avec des pré requis de savoir et de savoir-faire et des connaissances nouvelles dont le développement nécessite, entre autres, un registre faisant partie du champ des mathématiques. Les tâches que l'enseignant propose à ses élèves sont typiquement celles qui figurent dans le manuel scolaire et les exemples d'activités proposées dans le programme. Nous avons l'impression que l'enseignant considère que la conception de la leçon doit prendre appui essentiellement sur ce qui figure dans le manuel scolaire, ce qui pourrait limiter chez lui la prise d'initiative personnelle dans la conception de la leçon et sa mise en œuvre avec des approches alternatives.

Lors de la deuxième observation, l'enseignant profite d'une formation au sujet de la démarche d'investigation pour concevoir un scénario qui prend appui sur des situations concrètes permettant de déclencher le processus d'apprentissage. Les différentes phases de la séance sont organisées autour de ces situations. Les tâches proposées orientent alors les élèves vers une réelle problématisation, dans laquelle il leur est demandé de formuler des questions

qui découlent du problème évoqué dans les situations de départ, par mobilisation de leurs conceptions et de leurs connaissances antérieures.

La comparaison entre les différentes étapes de la fiche de TP avec celles d'une séance type d'enseignement fondée sur l'investigation montre que l'enseignant cherche, dans ce cas, à installer une séance d'enseignement basé sur l'investigation, avec un renouvellement au niveau de la présentation du thème abordé à travers des situations concrètes, dont l'objectif est de susciter l'intérêt des élèves et d'assurer leur motivation pour la suite de la séance. Ce mode de conception de la phase introductive de la fiche de TP débouche sur la formulation d'hypothèses explicatives et la proposition de protocoles possibles, ce qui est en conformité avec les recommandations officielles (MEN, 2007) et qui a été abordé également dans la formation que nous avons menée avec les enseignants.

Une comparaison entre la démarche d'investigation telle qu'elle est décrite par l'institution et celle mise en œuvre effectivement en classe montre que l'enseignant cherche à réussir l'étape de problématisation, d'émission d'hypothèses explicatives et de protocoles possibles, même si ses interventions fréquentes au niveau des groupes d'élèves ne permettent pas d'encourager leur autonomie. Dans le reste des étapes de la démarche mise en place, l'enseignant fait un retour à une démarche classique basée sur une structuration des connaissances en dehors de toute confrontation entre les résultats dégagés par les élèves.

Selon la dimension médiative

Lors de la première séance, l'enseignant cherche à impliquer les élèves dans des activités collectives. Cependant, il les guide fortement dans l'accomplissement de ces activités et il intervient de manière fréquente pour répondre à des nécessités en lien avec le contenu à enseigner. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Kermen et Barroso (2013), même si le champ disciplinaire n'est pas le même, puisque pour eux l'étude est faite avec une enseignante de chimie observée lors de deux séances en demi-classe.

Pendant la deuxième observation, les élèves sont beaucoup plus impliqués dans les activités de recherche. Toutefois, il nous semble que le guidage de l'enseignant influence ces activités et limite parfois la prise d'initiative et rend plus cadrée les interventions des élèves dans les différentes phases de la leçon. L'organisation de la classe est marquée souvent par un travail collectif enseignant-élèves contre une absence pratiquement totale des échanges inter-élèves. Cette organisation ne favorise pas l'autonomie des élèves et laisse l'action des élèves fortement dépendante des aides que l'enseignant apporte souvent.

La phase d'investigation expérimentale est marquée par un chevauchement avec la mise en commun des différentes solutions apportées. Cette attitude, imposée par l'enseignant, semble peut-être en relation avec une volonté d'accompagner les élèves dans les différentes étapes de l'investigation, pour garantir la réussite des différentes tâches d'ordre expérimental d'une part, et pour d'autre part, mener en parallèle un travail d'analyse des résultats dégagés, dans un esprit de coopération entre l'enseignant et ses élèves. La phase de structuration des connaissances prend appui sur les résultats des diverses discussions menées entre l'enseignant et ses élèves lors de la phase d'investigation, ce qui pourrait peut-être expliquer la durée relativement brève réservée à cette phase (environ 10 minutes).

Selon l'approche ergonomique

Les logiques qui guident les actions de l'enseignant sont justifiées par un ensemble de déterminants en relation avec les dimensions institutionnelles, sociales et personnelles au sujet de l'enseignement de la physique. La conception personnelle envers l'enseignement des sciences, le facteur temps et le contenu enseigné (qui dépasse le temps réservé à l'enseignement) influencent fortement la dimension cognitive (la manière avec laquelle les

fiche TP sont conçues), le mode de gestion de la classe et les interactions élèves- élèves ou enseignant-élèves.

Il nous semble que l'enjeu principal de l'apprentissage lors de la première séance est dépendant d'un déterminant en lien avec la dimension sociale des pratiques. En effet, l'institutionnalisation du savoir selon une approche inductive témoigne peut-être d'une attitude chez l'enseignant qui cherche à atteindre l'objectif de la recherche de la loi de distribution des tensions dans un circuit électrique, pour qu'elle permette par la suite aux élèves de réussir les exercices des devoirs, sans pour autant orienter la leçon pour donner un sens à l'apprentissage à travers l'intégration des connaissances construites dans des situations concrètes.

Lors de la mise en œuvre de la démarche d'investigation, l'enseignant tient à ce que les activités effectives des élèves soient orientées vers le développement de l'esprit de recherche et la prise d'initiative, et c'est ce que nous avons soulevé lors de la phase d'appropriation du problème et celle d'émission d'hypothèses explicatives et de protocoles possibles. Par ailleurs, des contraintes en relation avec le temps sont peut-être en relation avec le changement de cette attitude pendant les autres phases de la séance.

Nous abordons maintenant notre deuxième question de recherche qui se rattache à la recherche des variabilités et régularités dans les pratiques de l'enseignant, à travers les résultats d'analyses issues des conceptions des fiches de TP et des deux observations de classes.

Nous notons quelques variabilités dans la conception des deux fiches de TP. Une diversité au niveau des tâches figure dans la partie qui précède l'investigation dans la fiche de la deuxième séance. Cela incite les élèves à proposer une problématisation des situations de départ, à proposer des hypothèses explicatives et des protocoles possibles, alors que ces types de tâches sont totalement absentes dans la fiche de la première séance. Ces éléments témoignent d'une différence au niveau de la composante cognitive et d'une évolution au niveau de la conception de la fiche TP visant à installer une approche inspirée de la démarche hypothético-déductive. Pour les déroulements de classe, nous notons une différence au niveau des enjeux de l'apprentissage. En effet, lors de la séance fondée sur l'investigation, l'enjeu principal de l'enseignant est d'amener les élèves à résoudre un problème réel, par le biais des connaissances construites à travers une investigation expérimentale, contre un apprentissage dont le seul but est d'institutionnaliser une loi à appliquer dans d'autres situations de circuit ou à réussir des exercices d'un devoir, en réponse à des exigences sociales. D'autre part, nous notons des variabilités au niveau des interactions enseignant-élèves. En effet, à partir de cette étude de cas, nous pouvons dire, mais non pas d'une manière exhaustive, qu'avec la mise en œuvre de la démarche d'investigation en classe, les interactions entre l'enseignant et les élèves sont plus favorisées à côté de l'engagement actif des élèves dans des tâches de différents ordres.

Nos analyses montrent également des régularités aux niveaux des projets des deux séances et leurs mises en œuvre. Dans les deux séances, l'enseignant choisi de cadrer les activités des élèves et de les guider. C'est par exemple le cas de la phase d'institutionnalisation du savoir par l'enseignant qui est toujours précédée d'une phase de dialogue collective. Cette tendance provient peut-être du fait que l'enseignant cherche à éviter de mettre les élèves dans un état de blocage face à certaines tâches complexes et de bien gérer la répartition chronologique des deux séances pour faire face au contrainte de temps en lien avec la durée insuffisante. Les deux séances sont marquées par une méthode basée sur des questions orientées de l'enseignant vers les élèves, ce qui rend la structuration des connaissances basée sur l'initiative de l'enseignant au détriment de celle des élèves. Cela nous incite à nous demander si cette structuration des connaissances, en grande partie prise en charge par l'enseignant, contribue à des apprentissages effectifs au niveau des élèves. C'est

peut-être à travers les productions des élèves dans des tâches de productions ou d'évaluation qu'on pourrait accéder à des éléments significatifs, non exclusifs, en ce qui se rattache aux apprentissages des élèves.

Cette étude de cas des pratiques enseignantes au sujet de la loi de distribution des tensions électriques dans un circuit électrique avec deux démarches différentes pour deux classes différentes, montre que le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique, instauré en didactique des mathématiques, permet, avec des adaptations au niveau de la nature des tâches sur lesquelles les élèves sont invités à travailler, d'étudier l'activité enseignante dans le champ de la physique. Cependant les résultats présentés ici pourraient apparaître limités, du fait que l'étude ne porte que sur les pratiques d'un seul enseignant suivi uniquement pendant deux séances de classes. Il serait donc intéressant de mener des recherches complémentaires visant à savoir si ces logiques subsistent pour un échantillon plus large d'enseignants de physique ayant participé à des actions de formation au sujet du renouvellement de leurs méthodes d'enseignement. En particulier, ces actions de formation pourraient être étalées sur une période plus longue, permettant ainsi de développer chez les enseignants des compétences de mise en œuvre de séances d'enseignement fondé sur l'investigation.

RÉFÉRENCES

- Adjage, R., & Weisser, M. (2013). Étude comparée de deux pratiques enseignantes lors d'une séquence de résolution d'un problème de modélisation. *Éducation et Didactique*, 7(3), 55-78.
- Boilevin, J.-M., Morge, L., & Delsieries, A. (2010). Inquiry-based physics education in French middle school. In *Proceedings of the GIREP ICPE-MPTL International Conference*, (pp. 503-510) Reims, France: GIREP.
- Calmettes, B., & Boilevin J.-M, (2014). Le modèle « investigation-structuration » et l'actualité des tensions autour des constructivismes. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 9, 103-128.
- Calmettes, B., & Matheron, Y. (2015). Édito. Les démarches d'investigation : Utopie, mythe ou réalité? Les démarches d'investigation et leurs déclinaisons en mathématiques, physique, sciences de la vie et de la Terre. *Recherches en Éducation*, 21, 3-12.
- Chesnais, A. (2009). *L'enseignement de la symétrie axiale en sixième dans des contextes différents : Les pratiques de deux enseignants et les activités des élèves*. Thèse de doctorat, Université Paris 7, France.
- Chesnais, A. (2011). Apprentissages en mathématiques en sixième : Contextes différents, pratiques différentes et inégalités. *Revue Française de Pédagogie*, 176, 57-72.
- Coulangue, L., & Robert, A. (2015). Les mathématiques dans les activités du professeur – Conséquences pour la formation. In L. Theis (Éd.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage* (pp. 81-94). Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Société Mathématique d'Algérie, Alger.
- Cross, D. (2010). Action conjointe et connaissances professionnelles de l'enseignant. *Éducation et Didactique*, 4(3), 39-60.
- Cross, D., & Grangeat, M. (2014). Démarches d'investigation : analyse des relations entre contrat et milieu didactiques. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 10, 155-182.

- De Boer, G. E. (2004). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implication for teaching, learning, and teacher education*, (pp. 17-35). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Durand, M. (2008). Un programme de recherche technologique en formation des adultes. *Éducation et didactique*, 2(3), 97-121.
- Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des Enseignants. *Éducation et Didactique*, 1(3), 47-70.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Jameau, A. (2015). Les connaissances professionnelles des enseignants et leur évolution à travers une analyse de l'activité. Une étude de cas en physique au collège. *Education et Didactique*, 9(1), 9-31.
- Jameau, A., & Boilevin, J.-M. (2015). Les déterminants de la construction et de la mise en œuvre de démarches d'investigation chez deux enseignants de physique-chimie au collège. *Recherche en Éducation*, 21, 109-122.
- Kermen, I. (2017). Caractériser l'activité d'une enseignante de physique-chimie. Une double approche didactique et ergonomique. In M. Bächtold, J.-M. Boilevin & Camettes (Eds.), *La pratique de l'enseignant en sciences. Comment l'analyser et la modéliser ?* (pp. 25-43). Louvain-la-Neuve, Belgique: Presses Universitaires de Louvain.
- Kermen, I., & Barroso, M. T. (2013). Activité ordinaire d'une enseignante de chimie en classe de terminal. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 8, 91-114.
- Ligozat, F. (2015). L'analyse didactique des pratiques de classe : Outils et démarche d'identification des logiques d'action enseignantes en mathématiques. *Formation et Pratiques d'Enseignement en Questions*, 18, 17-37.
- Masselot, P., & Robert, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et Formation*, 56, 15-32.
- Mathé, S., Méheut, M., & De Hosson, C. (2008). Démarches d'investigation au collège : Quels enjeux ? *Didaskalia*, 32, 41-76.
- Ministère de l'Éducation. (2010). Programmes de sciences physiques 1ère année & 2ème année de l'enseignement secondaire. Centre National Pédagogique, Tunis.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2000). Bulletin Officiel de L'Éducation Nationale. 23, 15 juin 2000.
- Ministère de l'Éducation nationale (MEN). (2007). Bulletin Officiel de L'Éducation Nationale, HS. 6, 19 avril 2007.
- Molvinger, K., & Munier, V. (2014). Étude des pratiques d'une enseignante sur les notions de contenance et de volume en CM2 en éducation prioritaire. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 1(2), 34-53.
- Pautal, É., Venturini, P., & Schneeberger, P. (2013). Analyse de déterminants de l'action de maîtres-formateurs en sciences du vivant. Deux études de cas à l'école élémentaire. *Éducation et Didactique*, 7(2), 9-28.
- Pélissier, L., & Venturini, P. (2016). Analyse praxéologique de l'enseignement de l'épistémologie de la physique : le cas de la notion de modèle. *Éducation et Didactique*, 10(2), 63-90.
- Robardet, G., & Guillaud, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. Paris, France: PUF.

- Robert, A., & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : Une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(4), 505-528.
- Robert, A., & Vivier, L. (2013). Analyser des vidéos sur les pratiques des enseignants du second degré en mathématiques : Des utilisations contrastées en recherche en didactique et en formation de formateurs – quelle transposition ? *Éducation et Didactique*, 7(2), 115-144.
- Roditi, E. (2014). Les actes de parole de l'enseignant : déterminants et révélateurs de sa pratique. *Spirale-Revue de Recherche en Éducation*, 54, 85-101.
- Sensevy, G. (2012). Logique de l'action et film d'étude. *Éducation et Didactique*, 6(3), 167-177.
- Sensevy, G., & Mercier, A. (2007). *Agir ensemble : L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes, France: Presses universitaires de Rennes.
- Talbot, L., & Arrieu-Mutel, A. (2012). Décrire, comprendre et expliquer les pratiques d'enseignement d'un professeur de lycée. *Éducation et Didactique*, 6(3), 65-95.
- Theureau, J. (2010). L'entretien de remise en situation par les traces matérielles, leur introduction et leurs sources d'inspiration. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 2(2), 287- 322.
- Venturini, P., & Tiberghien, A. (2012). Mise en œuvre de la démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques : Étude de cas au collège. *Revue Française de Pédagogie*, 180, 95-120.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education : What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice ? *Sciences Education*, 87(1), 112-143.

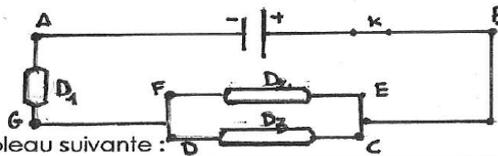
ANNEXES

FIGURE 1

II-Exemple d'application

Astérix et Obélix réalisent le circuit électrique Schématisé par la figure ci-contre.

Alors qu'Astérix profite de l'absence d'Obélix et mesure les tensions aux bornes de chaque dipôle et note les résultats de mesure sur le tableau suivante :



Dipôle	G	D ₁	D ₂	D ₃
Tension U (V)	24	12	15	12

1-) Représenter les tensions électriques ci-dessous sur le schéma du circuit électrique ci-dessus, et préciser leur signes.

U_{AB}.....U_{FE}.....U_{CD}.....U_{AG}.....

2-) indiquer le nombre de voltmètres qu'on est besoin pour mesurer les tensions électriques aux bornes des dipôles électriques insères dans ce circuit au même temps, et les représenter.

3-) Obélix se moque de Astérix, et assure qu'il a fait une erreur, laquelle ? et justifier.

extrait de la fiche TP de la première séance (phase de mobilisation)

*** activité -1-**

Un phare en panne

La voiture de Paul a le phare avant gauche grillé. Il doit absolument procéder à sa réparation. La lampe à changer est vieille et plus aucune inscription n'est lisible. Malheureusement, Paul n'est pas bon bricoleur ; aussi, parmi les lampes de remplacement dont il dispose dans sa voiture, il hésite à utiliser celle sur laquelle est indiquée 12V de peur de faire une bêtise !!!! Sauras-tu l'aider à faire le bon choix sachant que sa batterie délivre une tension de 12 V ?

Consignes :

- 1 - Quelle question devrait se poser tout bon électricien avant de brancher la nouvelle lampe ?
- 2 - Propose une expérience qui permette de répondre à cette question. Le compte-rendu devra comporter un schéma du montage réalisé, un tableau des mesures faites et d'une conclusion

*** activité-2-**

Un scooter à réparer

L'article R416-17 du code de la route oblige les motocyclettes et les cyclomoteurs à circuler avec les feux de croisement allumés de jour comme de nuit et ce, pour une question de sécurité évidente : être vu ! Le fait de ne pas respecter cette obligation est puni d'une amende de seconde classe (de 22 € à 150 €) Le scooter de Paul ne dispose que d'un seul phare centra à l'avant mais celui-ci est grillé. En plein jour, il ne peut pas se rendre compte de la panne !!!! Le seul moyen d'être prévenu est un témoin lumineux (= petite lampe) situé à coté du compteur de vitesse, qui s'éteint lors d'une défaillance de l'éclairage. Paul part acheter une nouvelle lampe mais hésite entre deux : l'une ayant une tension nominale de 6V, l'autre de 12V. Sauras-tu l'aider à faire le bon choix sachant que sa batterie délivre une tension de 12 V ?

Consignes:

- 1 - À quelles conditions les deux lampes (témoin et phare) brillent-elles normalement
- 2 - Propose une expérience qui permette de réaliser ces conditions. (Le compte-rendu devra comporter un schéma du montage réalisé, un tableau des mesures faites et d'une conclusion qui puisse guider Paul dans son choix).

Situations de déclenchement (deuxième séance)