

INTERACTION DIDACTIQUE DE CONSTRUCTION DE LA LOI D'OHM EN QUATRIEME : MISE EN EVIDENCE DES MACROS-DECISIONS D'UN PROFESSEUR EXPERIMENTE

Ahodegnon Zéphyrin Magloire DOGNON,
*Laboratoire de Didactique des Disciplines,
Université d'Abomey-Calavi*

Résumé

Cette recherche a étudié les macros-décisions d'un professeur pour construire la loi d'Ohm en classe de quatrième. C'est une étude clinique qui vise à reconstruire la structure de l'action d'un professeur pour identifier les actions qui déterminent l'évolution de la conceptualisation des élèves à propos de la loi d'Ohm. La méthodologie a consisté en une analyse séquentielle du cours d'un enseignant expérimenté à la lumière de la théorie de l'action conjointe en didactique. Les résultats indiquent une très forte dévolution du professeur qui met en place un mode de régulation dans le sens d'une négociation à la baisse du doublet contrat-milieu pour tenir dans le temps didactique en procédant à des institutionnalisations qui prennent la forme d'une communication simple de la loi d'Ohm à retenir qui ne favorise pas l'apprentissage. Toutefois, les principales décisions prises par l'enseignant lors de sa séance ont mis en évidence les organisations scientifiques de construction de la loi.

Mots clés : *interaction didactique ; macro-décision ; action conjointe ; loi d'Ohm*

Abstract

This research studied the macro-decisions made by a teacher to construct Ohm's law in a Year 9 classroom. It's a clinical study that aims to reconstruct the structure of a teacher's actions in order to identify those actions that determine the evolution of pupils' conceptualization of Ohm's law. The methodology consisted of a sequential analysis of a teacher's lesson in light of the theory of joint action in didactics. The results indicate a very strong devolution of the teacher, who implements a mode of regulation in the sense of a downward negotiation of the contract-environment duality in order to

keep within the teaching time by institutionalizing Ohm's law in the form of a simple communication of the law to be remembered, which does not promote learning. However, the main decisions taken by the teacher during the session highlighted the scientific organization of the construction of the law.

Keywords: *didactic interaction; macro-decision; joint action; Ohm's law*

1. Introduction

Cette recherche vise à décrire et analyser les pratiques effectives de classe d'un professeur expérimenté pour identifier les principales actions didactiques qui met en place pour faire apprendre la loi d'Ohm à des élèves de la quatrième. Elle servira à mettre en évidence les organisations scientifiques en jeu dans l'étude de cette loi pour servir d'éléments pour la formation des enseignants et interroger les objets prescrits relatifs à l'organisation de l'étude de la loi d'Ohm. Nous présentons d'abord quelques travaux antérieurs relatifs à l'enseignement de la loi d'Ohm. Ensuite nous décrivons les éléments du cadre théorique et problématique puis nous exposons la démarche méthodologique et enfin nous présentons les résultats.

2. La problématisation de la recherche

2.1. Le cadre théorique

La recherche s'appuie sur le doublet *contrat-milieu* et le quadruplet de genèse *définir-dévoluer-réguler-institutionnaliser*, deux concepts issus de la théorie de l'action conjointe en didactique (Sensevy, 2007 ; 2008, Mercier, 2007a ; Schubauer-Leoni, Leutenegger, Ligozat, Flückiger, 2007 ; Schubauer-Leoni, Leutenegger, Forget, (2007) qui sont présentés ici très rapidement en les définissant sans aller plus en détail. La théorie de l'action conjointe en didactique essaie de proposer une conception générique de l'action humaine, qu'elle spécifie à l'action didactique proprement dite. Dans cette

théorie, Sensevy (2007) fait le postulat que l'action didactique est une action conjointe du professeur et de l'élève. Ceux-ci sont considérés comme des co-acteurs tenant des rôles différents dans une situation de construction du savoir en classe. « Ces deux instances [professeur et élève] sont en transaction autour d'un « objet », dont il s'agit d'instruire, le Savoir » (Sensevy, 2008, p.42). A ces transactions est liée une action didactique vue par Sensevy (*ibid*) comme un « jeu » didactique organisé de manière « coopérative » et « conditionnel » que Venturini (2015) décrit de la façon suivante :

En considérant les joueurs A et B : pour gagner au jeu, A doit produire proprio motu [de son propre mouvement] certaines stratégies (qui sont gagnantes). B accompagne A dans le jeu, il gagne si A gagne. Connaissant les stratégies à produire, il ne peut toutefois pas les livrer telles quelles à A sous peine de perdre car A ne les produirait pas proprio motu

Le jeu didactique peut s'analyser par le concept de *contrat-milieu* et celui du *quadruplet de genèse*.

- Le doublet *contrat-milieu* : en reprenant une définition donnée par Brousseau et Warfield (2003), Sensevy (2007, p.18) considère le contrat didactique comme correspondant à « l'ensemble des comportements (spécifiques) du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître ». Quant au concept de milieu, Brousseau (2003, p.3) le définit comme « ce qui agit sur l'élève et/ou ce sur quoi l'élève agit ». Selon Amade-Escot et Venturini (2009), le milieu « englobe des éléments situationnels locaux et historico culturels, des éléments conceptuels et matériels et des aspects sociaux et sémiotiques ». Selon Sensevy (*Ibid*, p.23-24), « un jeu didactique est caractérisé par un milieu et un contrat particulier ».

- Le quadruplet *définir – dévoluer – réguler – institutionnaliser* : Il constitue la structure de l'action du professeur. Pour être compris de l'élève, le jeu doit être défini par l'enseignant. Celui-ci doit mettre en place un ensemble d'actions visant à rendre responsable l'élève dans l'accomplissement « adéquate » de son jeu : la dévolution. Pour permettre à l'élève de développer lui-même une stratégie pour gagner le jeu, l'enseigne régule le jeu. Au terme de la régulation, l'enseignant institutionnalise « les manières de faire et penser adéquates au jeu » (ibid. p. 28).

Le choix d'un tel cadre approche théorique se justifie par le fait que l'approche de Sensevy essaye de proposer une conception générique de l'action humaine qu'elle spécifie à l'action didactique proprement dite. Le doublet *contrat-milieu* servira de cadre pour décrire la façon dont les termes du contrat didactique sont respectés ou non par les sujets institutionnels en fonction de la richesse ou de la pauvreté du *milieu didactique* mis en place par le professeur. Les verbes d'action du quadruplet *définir – dévoluer – réguler – institutionnaliser* constitueront les indicateurs pour analyser la structure de l'action du professeur lors de sa séance de mise en œuvre de la loi d'Ohm en classe afin de repérer les grandes décisions qu'il est amené à prendre pour faire progresser sa classe.

Nous analysons l'activité du professeur comme une action humaine institutionnelle et comme une action conjointe entre lui et son élève, ceux-ci contribuant (ensemble) à la construction d'un savoir dans la classe et à son apprentissage par l'élève. De ce point de vue, les pratiques enseignantes seront analysées comme étant les pratiques de la classe qui mettent aux prises l'activité du professeur et celle de ses élèves.

1.2. Revue de littérature et la problématique de la recherche

De nombreuses études ont analysé l'apprentissage des concepts fondamentaux de l'électrocinétique (tension électrique, intensité du courant électrique, résistance, etc.) impliqués dans la loi

d'Ohm. En revanche très peu de recherche en didactique des sciences ont porté sur l'enseignement de la loi d'Ohm. Dognon, Oke et Magbonde (2020) ont caractérisé la réalité scientifique (physique) qui peut se construire lors de l'enseignement et l'apprentissage de la loi d'Ohm en classe de quatrième en interrogeant la praxéologie scientifique relative à la loi d'Ohm et à son établissement en classe de quatrième. Méthodologiquement, les auteurs ont analysé la praxéologie relative à la loi d'Ohm dans les programmes d'étude et guide des programmes d'études de la classe de quatrième ; les praxéologies institutionnalisées dans quelques manuels de physique et dans le cours de deux enseignants relativement à l'objet loi d'Ohm et à sa vérification. L'analyse du curriculum prescrit relatif à la loi d'Ohm et à sa vérification en classe de quatrième nous montre que même s'il y a la présence du type de tâche « vérifier la loi d'Ohm » aucun élément de technique implicite et explicite n'est mis en évidence. Les éléments technologiques et théoriques propres aux sciences physiques sont également inexistantes. L'analyse praxéologique des extraits de manuels et des deux extraits de cours des professeurs a montré une grande variabilité au niveau de la praxéologie de la vérification de la loi d'Ohm. Deux types de catégories d'organisation scientifique ont alors été mises en évidence avec des technologies différentes :

- Soit l'organisation scientifique de la vérification de la loi d'Ohm se fonde sur des stratégies de mise en évidence d'une relation de proportionnalité entre tension et intensité dans le cadre d'une étude graphique qui nécessite de vérifier que le coefficient directeur de la caractéristique du conducteur ohmique étudié faisant office de coefficient de proportionnalité est égal à la valeur lue de la résistance du conducteur ohmique.
- Soit l'organisation scientifique est basée sur la mise en évidence de proportionnalité entre tension et intensité dans le

cadre purement numérique d'exploitation des données de mesures des grandeurs électriques.

Du fait de ces résultats, l'étude a souligné la crainte de la grande disparité des savoirs enseignés dans les classes, du moins en ce qui concerne la loi d'Ohm, les enseignants ne pouvant être sensibilisés aux mêmes techniques de vérification de la loi d'Ohm. Le corollaire pourrait être des enseignements avec des degrés de cohérence problématique à la grande défaveur des apprenants.

Une analyse didactique de la discipline physiques au Bénin (Dognon et Oké, 2025) a permis de décrire et d'analyser la situation des conditions et contraintes propres au système d'enseignement au Bénin, la situation des déterminants spécifiques propres à l'enseignement de la physique. Cette analyse montre, d'une part, la place stratégique qu'occupe cette discipline, en particulier l'électricité, de par ses visées intradisciplinaires, scolaires et extrascolaires. Mais sa mise en œuvre pédagogique-didactique semble poser problème. En effet, au contraire des dispositions (ou vœux ?) curriculaires qui prônent l'auto-construction du savoir par les élèves, des recherches tendent à montrer que l'enseignement des sciences physiques au Bénin est essentiellement de type transmissif. La mise en œuvre matérielle de l'enseignement de l'électricité se fait sur fond de déficit criard de laboratoires pédagogiques équipés, de présence d'enseignants peu ou mal formés avec des profils mal catégorisés. D'autre part, les programmes d'études relatifs à la loi d'Ohm ont évolué de façon quelque peu chaotique (Dognon, 2025). En effet pour une même génération d'enseignants chargés de mettre en œuvre ce savoir en classe, il y a eu pas moins de trois changements d'approches d'enseignement (entre approche par contenus, approches par objectifs et approches par compétences) pour bien plus de changement dans les prescriptions de la loi d'Ohm. Parfois ces changements interviennent d'une année scolaire à la suivante. Il

en est de même pour les entrées (énergétique, électrostatique ou l'électrocinétique) par lesquelles la loi est introduite sont très instables. De plus, les contenus organisés en connaissances notionnelles et techniques, sont très souvent non explicites ou présentant des non-dits (Dognon, Oké et Magbondé, 2020). Le vide des programmes sur les dimensions techniques et technologiques de la vérification de la loi d'Ohm et la grande variabilité de sa mise en œuvre aussi bien dans les manuels scolaires que dans les cours des enseignants mis en évidence dans cette recherche (Dognon et al. Ibid) amènent à interroger sur la manière dont se réalise l'étude de la loi d'Ohm en classe en particulier sur la structuration des actions didactiques que le professeur met en place pour favoriser l'accès à la conceptualisation de la loi d'Ohm.

3. Méthodologie

3.1. *Le recueil des observations*

La méthodologie consiste à analyser les pratiques effectives d'un enseignant expérimenté de sciences physique en se centrant sur les grandes décisions qu'il est amené à prendre en faveur de l'évolution de la construction de la loi d'Ohm. Il s'agit d'une étude clinique qui procède par une observation instrumentée du cours d'un enseignant expérimenté. Trois critères ont guidé notre choix du professeur à savoir : (1) le professeur doit avoir une expérience professionnelle générale de plus de 10 ans dont au moins 5 dans l'enseignement de la classe de quatrième, (2) le professeur accepte d'être observés durant ses cours et doit autoriser l'accès à tout document ou supports de formation mis à la disposition des élèves et aux traces écrites des travaux individuels et groupaux des élèves et (3) le professeur accepte de ne pas se faire communiquer les finalités des observations à réaliser. Suivant ces critères le professeur P1 du CEG de Gobada dans la commune de Savalou au Bénin nous a ouvert les portes

de sa classe de quatrième lors de séances d'établissement de la loi d'Ohm. Les élèves concernés sont au nombre de quarante constitués en deux demis-classes de 20 élèves. La demi-classe que nous avons filmée est constituée d'élèves dont l'âge est compris entre quinze et dix-sept ans et répartis en quatre groupes de cinq élèves dans une configuration en T faces au tableau. Par groupe de travail, il y a un kit de matériel constitué de deux piles plates de 4,5 V, d'une pile de 9 V, de trois piles rondes de 1,5 V, d'une lampe (3,5 V ; 0,3 A), un conducteur ohmique, deux multimètres numériques, des pinces crocodiles et des fils de jonctions. Une fiche d'activités expérimentales est conçue et mise à la disposition de chaque élève. Le recueil a consisté en des enregistrements audiovisuels ainsi qu'à la récolte de divers matériaux. Pendant les séances de mise en œuvre de la vérification de la loi d'Ohm, deux caméras ont été utilisées, l'une caméra fixe sur trépied bien positionnée filme l'intégralité des séances d'apprentissage. Une autre, mobile, enregistre en particulier ce qui se passait au sein de chaque groupe de travail toutes les fois que l'enseignant intervient dans le groupe. Un enregistreur de son est placé au niveau des quatre différents groupes (G1, G2, G3 et G4) et enregistre les débats au sein de ces groupes. L'observation du cours du professeur P₁ a duré environ deux heures et demi ainsi et le verbatim des interactions a été réalisé (voir annexes). Complémentairement aux transcriptions des interventions élèves et élèves-professeur, divers matériaux ont été collection notamment la fiche d'activités des élèves conçue par l'enseignant, les traces écrites des travaux individuels des élèves, les traces écrites des travaux de groupe des élèves et les copies de devoirs des élèves.

3.2. La méthodologie d'analyse des données

Nous avons mené une étude clinique d'un enseignant avec pour objectif le repérage des organisations scientifiques impliquées dans l'étude de la loi d'Ohm pour, ultérieurement, décrire et

analyser les différentes phases de l'organisation didactique de la mise en œuvre de la vérification de la loi d'Ohm. La méthodologie adoptée est une analyse séquentielle de la séance du professeur. Une première entrée dans un corpus interactif nous permet de comptabiliser le nombre de tours de parole pour chacun des acteurs interactants (élèves et enseignant) mais également d'estimer le volume de parole en termes de nombre de lignes ou de nombre d'énoncés. L'enseignant peut prendre la parole peu de fois mais avoir un volume de parole plus important que celui des élèves. Ce premier niveau peut aider à avoir une première description de l'interaction. Si l'on constate par exemple des endroits plus denses que d'autres dans l'interaction, on essayera de comprendre si la nature de l'activité dans laquelle sont engagés les élèves ou l'enseignant le justifie au regard du contenu de *milieu didactique* mis en place par l'enseignant.

L'analyse séquentielle va permettre de repérer des parties qui structurent l'interaction. Elle apportera un éclairage intéressant sur l'activité didactique du professeur et des élèves afin d'avoir une vision d'ensemble de l'action conjointe (du professeur et des élèves) permettant de reconstruire sa logique. Nous mettons donc en évidence l'action du professeur que Sensevy (2007) structure en quadruplet de verbe d'action : *définir, dévoluer, réguler, institutionnaliser*, car le découpage en séquences correspond aux différentes formes que prend l'étude de la loi d'Ohm à travers l'organisation des activités. En effet, le découpage en séquences présente les unités thématiques et pragmatiques permettant de mettre en évidence les *macros-décisions* (Reuter, 2007, 26) du professeur. Ainsi donc nous mettrons en évidence les différentes organisations scientifiques qui vont faire l'objet de description et d'analyse plus fine.

4. Résultats de l'analyse de la structure de l'action du professeur

La séance du professeur a été précédée par l'organisation en apparence bien rodée de la classe en quatre groupes de cinq élèves. L'enseignant met à la disposition de chaque groupe un kit de matériels nécessaire à la réalisation des travaux pratiques, les fiches d'activités expérimentales pour chaque élève et pour chaque groupe.

En examinant la dynamique interactive entre l'enseignant et ses élèves, nous mettons en évidence différentes modes d'interventions du professeur dans la conduite des activités de classe. Nous allons décrire l'étayage du professeur en nous basant sur les catégories de Sensevy (2007) car celles-ci nous ont paru plus parlantes sur l'ensemble des observations faites. Ceci nous permettra de mettre en évidence les différentes phases didactiques de sa séance de mise en œuvre de la loi d'Ohm. Au vue de celles-ci nous avons constaté la grande variété des interventions du professeur correspondant à des objectifs précis : *définir*, *dévoluer*, *réguler* et *institutionnaliser* en vue de mettre en relation des actes d'élèves.

Du point de vue communicationnel, nous avons relevé que l'enseignant, dans le souci permanent de recueillir des propositions concernant chacune des questions posées, intervient de façon très régulière tout au long des échanges pendant les séances aussi bien pendant les séances de travaux en groupes que pendant celles de mise en commun. Il n'y a jamais eu plus d'une intervention d'élève en continue sans l'intervention du professeur. La parole repasse toujours par l'enseignant. Sur l'ensemble des séances de mise en commun du groupe classe, cent soixante-seize interventions de P₁ sur trois cent cinquante-sept tours de parole, soit pratiquement la moitié des tours de paroles. Dans le tableau ci-dessous sont compilés les

tours de paroles du professeur en suivant la structure de son action en classe (Voir l'annexe) en ne considérant que les actions du professeur à visées didactiques, c'est-à-dire au sens de situations dans lesquelles il y a possibilités (intentionnelles ou non) d'apprendre ou enseigner un savoir relatif à la loi d'Ohm

Tableau : Tours de parole visant à décrire la structure de l'action du professeur

| | | | |
|--|--|---------------------------|---|
| Interaction concernant les tours de paroles du professeur P ₁ | P ₁ -1 ; P ₁ -2 ; P ₁ -3 ; P ₁ -4 ; P ₁ -5 ; P ₁ -6 ; P ₁ -7 ; P ₁ -8 ; P ₁ -9 ; P ₁ -10 ; P ₁ -11 ; P ₁ -12 ; P ₁ -13 ; P ₁ -14 ; P ₁ -15 ; P ₁ -16 ; P ₁ -17 ; P ₁ -18 ; P ₁ -19 ; P ₁ -20 ; P ₁ -21 ; P ₁ -22 ; P ₁ -23 ; P ₁ -24 ; P ₁ -25 ; P ₁ -26 ; P ₁ -27 ; P ₁ -28 ; P ₁ -29 ; P ₁ -30 ; P ₁ -31 ; P ₁ -32 ; P ₁ -33 ; P ₁ -34 ; P ₁ -35 ; P ₁ -36 ; P ₁ -37 ; P ₁ -38 ; P ₁ -39 ; P ₁ -40 ; P ₁ -41 ; P ₁ -42 ; P ₁ -43 ; P ₁ -44 ; P ₁ -45 ; P ₁ -46 ; P ₁ -47 ; P ₁ -48 ; P ₁ -49 ; P ₁ -50 ; P ₁ -51 ; P ₁ -52 ; P ₁ -53 ; P ₁ -54 ; P ₁ -55 ; P ₁ -56 ; P ₁ -57 ; P ₁ -58 ; P ₁ -59 ; P ₁ -60 ; P ₁ -61 ; P ₁ -62 ; P ₁ -63 ; P ₁ -64 ; P ₁ -65 ; P ₁ -66 ; P ₁ -67 ; P ₁ -68 ; P ₁ -69 ; P ₁ -70 ; P ₁ -71 ; P ₁ -72 ; P ₁ -73 ; P ₁ -74 ; P ₁ -75 ; P ₁ -76 ; P ₁ -77 ; P ₁ -78 ; P ₁ -79 ; P ₁ -80 ; P ₁ -81 ; P ₁ -82 ; P ₁ -83 ; P ₁ -84 ; P ₁ -85 ; P ₁ -86 ; P ₁ -87 ; P ₁ -88 ; P ₁ -89 ; P ₁ -90 ; P ₁ -175 ; P ₁ -176 | | |
| dont | Interactions visant à définir et à dévoluer | Définir | P ₁ -2 ; P ₁ -13 ; P ₁ -15 ; P ₁ -50 ; P ₁ -56 ; P ₁ -102 ; P ₁ -155 ; P ₁ -165 ; P ₁ -176 |
| | | Dévoluer | P ₁ -12 ; P ₁ -16 ; P ₁ -27 ; P ₁ -52 ; P ₁ -56 ; P ₁ -176 |
| | Interaction visant à réguler et institutionnaliser | Réguler | P ₁ -23 ; P ₁ -28 ; P ₁ -29 ; P ₁ -30 ; P ₁ -31 ; P ₁ -32 ; P ₁ -33 ; P ₁ -34 ; P ₁ -35 ; P ₁ -36 ; P ₁ -37 ; P ₁ -38 ; P ₁ -39 ; P ₁ -40 ; P ₁ -41 ; P ₁ -42 ; P ₁ -43 ; P ₁ -44 ; P ₁ -45 ; P ₁ -50 ; P ₁ -56 ; P ₁ -65 ; P ₁ -69 ; P ₁ -70 ; P ₁ -82 ; P ₁ -83 ; P ₁ -103 ; P ₁ -106 ; P ₁ -107 ; P ₁ -115 ; P ₁ -145 ; P ₁ -153 ; P ₁ -154 ; P ₁ -156 ; P ₁ -158 ; P ₁ -159 ; P ₁ -160 ; P ₁ -164 ; P ₁ -170 ; |
| | | Institutionnaliser | P ₁ -6 ; P ₁ -7 ; P ₁ -8 ; P ₁ -45 ; P ₁ -64 ; P ₁ -82 ; P ₁ -83 ; P ₁ -107 ; P ₁ -114 ; P ₁ -115 ; P ₁ -141 ; P ₁ -145 ; P ₁ -151 ; P ₁ -160 ; P ₁ -164 ; P ₁ -167 ; P ₁ -168 ; P ₁ -174 |

4.1. Tours de paroles visant à définir

Sur les deux séances que P₁ a consacrées à la vérification de la loi d'Ohm, nous avons observé neuf interventions du professeur visant à définir l'activité dans laquelle il engage ses élèves. Elles

viennent pour la plupart en début d'une phase de construction comme dans l'énoncé suivant :

3P₁-2 : « *Aujourd'hui nous allons dérouler une activité, sur la vérification de la loi d'Ohm. [...] Sur ce nous allons faire quelques rappels d'accord ? euh quels sont les appareils de mesure que vous devez utiliser ?* »

Certaines d'entre elles sont énoncées par l'enseignant comme des consignes ou des rappels de la consigne ou des explications qu'il donne aux élèves dans le but de leur réussite (énoncés 100P₁-50 ; 104P₁-52 ; 112P₁-56 ; 207P₁-102 ou 351P₁-176).

112P₁-56 : « *Alors les montages sont bien réalisés dans chaque groupe d'accord. Vous allez marquer la valeur obtenue vous allez fermer le circuit et vous marquez la valeur au niveau de chaque appareil de mesure. Vous avez un petit tableau en bas tableau de mesure vous y consignez les différentes valeurs obtenues. Ensuite vous répondez aux différentes questions posées individuellement puis après vous faites en groupe. Allez-y vous avez trente minutes* »

4.2. Tours de parole visant à dévoluer

Chez l'enseignant, les phases de dévolution sont très rares lors de la séance de construction de la loi d'Ohm. Il n'y a que six de ses interventions qui visent à laisser aux élèves l'initiative de résolution de problème. Ceci est confirmé par l'omniprésence de cet enseignant au cours de la séance. Mais les activités données à réaliser aux élèves individuellement puis en groupe constituent une *dévolution* de l'élaboration de la loi d'Ohm par les apprenants dans une *situation adidactique* au sens de Brousseau (1998). Quant au *topos* des élèves, le temps consacrer au travail individuel et en groupe est important durant toutes les étapes de la réalisation de la séance. Les interventions des élèves au tableau sont assez fréquentes aussi bien pendant les phases de

constitution d'environnement technologique que pendant les corrections d'exercices. Quant aux interventions orales, elles sont, pour la plupart du temps, prises en compte par l'enseignant. Même quand elles ne vont pas dans le sens souhaité, l'enseignant essaye d'en profiter pour, soit clarifier la situation, soit il sollicite d'autres élèves, souvent parmi les plus interactifs ou les plus compétents pour fournir ou aider à fournir les réponses attendues. Malgré cela, ils ont eu du mal à travailler en autonomie. L'enseignant s'est trouvé obligé d'intervenir pour aider soit directement ou bien par son étayage lors des réalisations des montages électriques et de mesures de grandeurs électriques et d'exploitation des résultats des mesures effectuées. En clair, le topos de l'élève s'exprime à toutes les étapes de la séance de réalisation du professeur. Au sens de Chevallard (1999), il est largement suffisant pour le fait que les consignes et le temps réservé à la recherche de solution aux problèmes à leur poser est assez important même s'il est difficile du point de vue des résultats qu'ils ont obtenus, de conférer à ces élèves une réelle autonomie.

4.3. Tours de parole visant à réguler

Le tableau 1 nous montre qu'il y a trente-neuf interventions à visée de régulation, soit un peu moins du quart des tours de paroles du professeur. Nous avons mis en évidence plusieurs fonctions pour ces tours de parole au cours de la séance, toutes ayant vocation à institutionnaliser les résultats à obtenir par le groupe classe. Il y des interactions de régulation visant à gérer les tours de paroles permettant d'attribuer ou de réattribuer la parole à des élèves soit pour aider à l'obtention du résultat ou à contourner une difficulté (énoncés 209 P1-103 ; 314P₁-156 ; 343P₁-170 , ...).

208 Roméo-3 : « *La loi d'Ohm est le produit de l'intensité électrique du courant par la résistance* »

209 P1-103 : « Alors vous l'entendez. D'après tout ce que nous venons de dire est-ce que ce que votre camarade vient de dire est correct ? Audran quelle est ta réaction par rapport à ce qu'il vient de dire ? »

210 Audran-13 : « Je voudrais améliorer »

211 P1-104 : « Améliorer vas-y »

212 Audran-14 : « J'énonce la loi d'Ohm »

213 P1-105 : « oui »

Certaines de ces interventions du professeur servent de validation ou d'invalidation de propos d'élèves (énoncés 308P₁-153, ...) ou encore de reformulation de réponse d'élèves (énoncés 319P₁-158) dans le but de réorienter l'ensemble de la classe sur d'autres pistes de recherche de solution à une impasse. D'autres interventions de régulation ont valeur à fournir des réponses toutes faites en vue de son institutionnalisation soit pour contourner des contraintes de *temps didactique* insuffisant, soit pour contourner un blocage dû à l'incapacité des élèves à fournir une bonne réponse (énoncés 165P-82 ; 167P₁-83 ; 292P₁-145 ; ...).

292P₁-145 : « très bien, parce que c'est cette relation mathématique qui traduit la loi d'Ohm pour un conducteur ohmique. Comment l'avions-nous obtenue ? Qui répond ? Personne. Bon ok. Nous avons réalisé un montage d'étude du conducteur ohmique. Ensuite nous avons mesuré plusieurs valeurs de la tension aux bornes du conducteur ohmique et les valeurs correspondantes pour l'intensité du courant qui le traverse. Puis nous avons consignés dans un tableau et nous avons calculé les rapports U/I et nous avons constaté qu'ils sont égaux à la valeur de la résistance que nous avons lue préalablement. Nous avons alors conclu que U sur I égal à R . C'est compris ? »

Il est demandé aux élèves de résumer ce qui a été fait pour établir la loi d'Ohm, depuis la réalisation du montage d'étude

d'un conducteur ohmique jusqu'à l'inférence de la relation mathématique entre la tension, l'intensité du courant électrique et la résistance du conducteur ohmique étudié. Ceux-ci n'ont pas été en mesure de le faire car ils n'ont pas compris la logique du processus. Les élèves ont étudié la proportionnalité en mathématique mais ils ne jamais parvenus à l'exploiter en contexte physique. Ce résultat est en écho à ceux auxquels Baldy, Dusseau et Durand-Guerrier (2007) en étudiant la relation entre mathématique et physique pour le cas de la proportionnalité. L'enseignant a alors pris la responsabilité de fournir la réponse à la question qu'il a posé en négociant le *contrat* à la baisse.

4.4. Tours de parole visant à institutionnaliser

La moitié des interactions de régulation du professeur a conduit à une institutionnalisation. Les institutionnalisations sont essentiellement centrées, d'une part, sur l'énoncé de la loi d'Ohm (231P₁-114 ; 233P₁-115)

231P₁-114 : « La tension électrique U aux bornes d'un conducteur ohmique est toujours proportionnelle à l'intensité I du courant qui le traverse. Alors qui va répéter, répétez-moi une fois l'énoncé de la loi d'Ohm. Oui Audrey »

233P₁-115 : « voilà. Désormais je vous invite à garder cette loi tout au long de votre cursus scolaire, d'accord exploitez cette loi toujours et en tout lieu ... »

D'autres interventions du professeur à visée d'institutionnalisation concernent les relations mathématiques traduisant la loi d'Ohm (énoncé 233P₁-115), les unités des grandeurs électriques en jeu dans ces formules (énoncés 237P₁-117 ; 351P₁-174, ...), la technique de vérification de la loi d'Ohm (énoncé 339P₁-168) :

339P₁-168 : « Pour résumer nous dirons que pour vérifier la loi d'Ohm il faut d'abord mesurer les grandeurs électriques suivantes Tension aux bornes du conducteur, l'intensité du courant qui le traverse et sa résistance. Puis on vérifie que l'une au l'autre des égalités U égale R fois I , U sur I égal R et I égal U sur R est vérifiée. On est d'accord ? Notez ça dans vos cahiers »

Il apparaît que l'institutionnalisation de la formule qui traduit la loi d'Ohm n'a pas fait l'objet d'échanges entre l'enseignant et les élèves à l'image de la phase d'émergence d'une technique y afférente. Le professeur a tout simplement communiqué la relation à son élève (énoncé 235P₁-115) pour l'écrire au tableau juste en dessous de l'énoncé que lui-même avait déjà écrit. Par contre l'institutionnalisation de la technologie de la détermination des unités internationales de mesure des grandeurs électriques (tension, intensité du courant et résistance) sous-tendue par la théorie de l'analyse dimensionnelle a fait l'objet d'un échange entre élèves et enseignant qui, à la fin, a sollicité un élève pour reporter les différentes unités sur la formule déjà écrite au tableau (énoncé 251P₁-124).

Les tours de parole visant à institutionnaliser concernent également, entre autres, la définition de la caractéristique d'un conducteur ohmique (énoncés 304P₁-151) ; 331P₁-164, ...) et la détermination graphique de la résistance du conducteur ohmique étudié. À ces niveaux, aucun des quatre groupes de travail n'était parvenu générer le nuage des point points de coordonnées (U , I) à partir du tableau des résultats des mesures effectuées encore moins le tracé de la caractéristique intensité-tension du conducteur ohmique car ils ne le peuvent pas. En effet, la détermination graphique de la résistance telle que prescrite (Programme d'études, 4^{ème}, 2020) correspond à la détermination de la pente d'une droite et cette notion fait l'objet d'enseignement-apprentissage en classe de mathématique en

classe de troisième, c'est-à-dire, une année plus tard. Il s'agit là d'un dysfonctionnement pédagogiques et didactiques du fait, entre autres, d'« *une programmation didactique conjointe interdisciplinaire (mathématique et physique) inadaptée et d'une dynamique curriculaire porteuse de germes d'une instabilité au niveau des pratiques de classes des enseignants* » Dognon et Oké (2025).

À la suite d'une longue phase d'émergence de deux techniques (τ_{1v} et τ_{2v}) de vérification de la loi d'Ohm des éléments technologiques concernant l'énoncé de la loi d'Ohm ont été mis en place. Leur institutionnalisation a été faite sous la forme d'un dialogue fortement guidé par l'enseignant (47 tours de paroles dont la moitié pour P_1). Au terme de cette interaction l'enseignant écrit au tableau ce que les élèves recopient dans leur cahier.

4.5. Les organisations scientifiques à l'étude au cours de la séance du professeur

La description de la séance du professeur a permis de mettre en évidence l'existence de deux organisations scientifiques liées à un type de tâches T_v : « vérifier la loi d'Ohm ». Il y a une organisation scientifique OS_v avec trois techniques que nous désignons τ_{1v} , τ_{2v} et τ_{3v} associées à ce type de tâches. Les techniques τ_{1v} , et τ_{2v} sont relatives à la mise en évidence d'une relation de proportionnalité entre tension et intensité dans le cadre d'une exploitation purement numérique (pour τ_{1v}) et purement graphique (pour τ_{2v}) de données de mesures de tensions électriques et d'intensités du courant électrique. Quant à la technique τ_{3v} , elle consiste en la mise en évidence, pour un conducteur ohmique, de la vérification par la tension U , l'intensité I et la résistance R de l'une des relations $R = \frac{U}{I}$; $U = R \cdot I$ ou $\frac{U}{R} = I$. En ce qui concerne τ_{1v} , les éléments technologiques que nous avons mis en relief sont essentiellement la notion de

proportionnalité, l'énoncé de la loi d'Ohm, les relations mathématiques qui traduisent la loi d'Ohm ainsi que les éléments de mesures électriques. Une seconde organisation scientifique liée au type de tâches T_M : « Déterminer la relation mathématique qui traduit la loi d'Ohm » qui établit la relation entre tension et intensité et la résistance pour un conducteur ohmique prévu par l'enseignant dans la fiche d'activité de l'élève n'a pu être développer que fugacement lors de la séance. Dans le tableau 2, sont compilés les éléments technologico-théoriques qui sous-tendent les différentes techniques énumérées

Tableau 2 : Les organisations scientifiques effectivement en jeu lors de la séance de P1

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|--|--|
| <i>Organisation scientifique</i> | OS_V : La vérification de la loi d'Ohm | | | OS_M : La détermination de la relation mathématique qui traduit la loi d'Ohm |
| <i>Type de tâches</i> | T_V : « vérifier la loi d'Ohm » | | | T_M : « Déterminer la relation mathématique qui traduit la loi d'Ohm » |
| <i>Techniques</i> Techniques | τ_{1V} : « Mise en évidence d'une relation de proportionnalité entre tension et intensité dans le cadre d'une exploitation purement numérique de données de mesures de ces grandeurs électriques » | τ_{2V} : « Mise en évidence d'une relation de proportionnalité entre tension et intensité dans le cadre d'une exploitation purement graphique de données de mesures de grandeurs électriques » | τ_{3V} : « Mise en évidence pour un conducteur ohmique de la vérification par la tension U , l'intensité I et la résistance R de l'une des relations $R=U/I$; $U=R.I$ ou $U/R=I$ » | τ_M : « Établissement de la relation d'égalité entre les rapports U/I calculés à la suite des mesures électriques et la valeur lue de la résistance du conducteur ohmique » |

| | | | | |
|---------------------|---|--|--|---|
| <i>Technologies</i> | Θ_{IV} : -Règles de branchement des instruments utilisés en mesures électriques -Règles de branchements des composants électriques et électroniques -Règle de la proportionnalité - Énoncé de la loi d'Ohm. -Analyse dimensionnelle | Θ_{2V} -Règles de branchement des instruments utilisés en mesures électriques -Règles de branchements des composants électriques et électroniques -Notion d'ajustement linéaire -Droite linéaire, -Notion de proportionnalité, -Énoncé de la loi d'Ohm. - Analyse dimensionnelle | Θ_{3V} : - Règles de branchement des instruments utilisés en mesures électriques -Règles de branchements des composants électriques et électroniques - Formules mathématiques traduisant la loi d'Ohm. - Analyse dimensionnelle | Θ_M : - Règles de branchement des instruments utilisés en mesures électriques - Règles de branchements des composants électriques et électroniques - Relations mathématiques traduisant la loi d'Ohm. - Analyse dimensionnelle |
| <i>Théories</i> | Θ_{IV} : - Les théories de l'électrocinétique, | Θ_{2V} - les théories de l'électrocinétique, | Θ_{3V} - les théories de l'électrocinétique, | Θ_M : - les théories de l'électrocinétique, |

Conclusion

Cette recherche a analysé l'interaction de construction de la loi d'Ohm pour mettre en évidence les macros-décisions du professeur en faveur de la conceptualisation. Les résultats ont mis en évidence d'une part que la séance du professeur s'est déroulée suivant une structure ternaire à deux titres : les échanges se résument à la répétition d'un cycle initiative du professeur, réponse de l'élève et rétroaction ou feedback du professeur suivant le modèle décrit par Sinclair et Coulthard (1975) ; la séance commence par une activité expérimentale d'étude et de recherche avec le rappel sur le matériel à utiliser et sur leur fonctionnement, s'est poursuivie par des phases collectives d'élaboration de technique de vérification de la loi d'Ohm et de recherche des relations mathématiques qui la traduit et d'institutionnalisation d'éléments technologiques y afférents puis s'est terminée par une phase d'exercices corrigés en classe.

Les analyses plus poussées montrent, d'une part, une très forte *dévolution* du professeur même s'il s'approprie la réalisation des phases cruciales de l'étude en mettant en place un mode de régulation dans le sens d'une négociation à la baisse du doublet *contrat-milieu* pour tenir dans le *temps didactique*. Par ailleurs, du fait d'une organisation programmatique inadaptée des objets mathématiques et physiques, l'enseignant procède à des institutionnalisations qui prennent la forme d'une communication simple de la loi d'Ohm à retenir par la classe. Enfin, les principales décisions prises par l'enseignant lors de sa séance a toutefois permis de mettre en évidence les organisations scientifiques permettant de construire la loi d'Ohm en classe. Il serait utile d'analyser la réalisation de chacune de ces organisations scientifiques afin de faire ressortir les pratiques d'enseignement de la loi d'Ohm. Ces résultats suggèrent des reformes ou refontes non seulement au niveau de l'organisation conjointe des objets d'études disciplinaires mais aussi en ce qui concerne la formation des enseignants.

Bibliographie

AMADE-ESCOT Chantal et VENTURINI Patrick, 2009. « Le milieu didactique : d'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept », in *Éducation & Didactique*, Volume 3 (1), pp. 7-43.

DOI : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.407>

BALDY Elise, DUSSEAU Jean-Michel et DURAND-GUERRIER Viviane, 2007, « Mathématiques et physique en classe de troisième : l'exemple de la proportionnalité », in *Repères – IREM*, 2007, N° 66, pp.73-82

BROUSSEAU, Guy, 1998, *Théorie des Situations Didactiques*, Grenoble : La pensée sauvage.

BROUSSEAU Guy et WARFIELD Virginia, 1999, « The case of Gaël The study of a child with mathematical

difficulties », in The Journal of Mathematical Behavior, 18 (1). Retrieved on February 01 2011 from <http://daest.pagespersoorange.fr/guy-brousseau/textes/CasdeGael.pdf>

CHEVALLARD Yves, 1999, « L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique », in Recherches En Didactique Des Mathématiques, 19(2), pp. 221–266. <https://revue-rdm.com/1999/l-analyse-des-pratiques/>

DOGNON Ahodegnon Zéphyrin Magloire, 2025, « Étude de la dynamique cognitive institutionnelle relative à l'enseignement et l'apprentissage de la loi d'Ohm au Bénin », Actes du colloque international de l'ACAREF, 26-28 novembre 2025.

DOGNON Ahodegnon Zéphyrin Magloire et OKE Eugène, 2025, « Analyse didactique de la discipline physique : situation des déterminants spécifiques propres à l'enseignement au Bénin », in PLURAXE/MONDE, Vol.12 (À paraître).

DOGNON Ahodegnon Zéphyrin Magloire, OKE Eugène Sègbégnon, MAGBONDE Koba Charles, 2020, « Enseignement-apprentissage de la loi d'Ohm en classe de quatrième : étude exploratoire au Bénin », Actes du 2^{ème} colloque de l'ADiMA, Institut de mathématiques et de sciences physiques, Dangbo, Bénin, 2020, pp.106-117.

PROGRAMME D'ÉTUDES, 2020, *Physique Chimie et Technologie, classe de 4^{ème}, version révisée et relue*, Institut National d'Ingénierie de Formation et de Renforcement des Capacités des Formateurs. Cotonou.

REUTER Yves, 2007, *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*, Bruxelles : de Boeck Université

SCHUBAUER-LEONI Maria-Luisa, LEUTENEGGER Francia, LIGOZAT Florence, FLUCKIGER Annick, 2007. *Un modèle de l'action conjointe professeur-élèves ; les phénomènes qu'il peut/doit traiter*, in G. Sensevy, A. Mercier (éd.), Agir Ensemble. L'action didactique conjointe du

professeur et des élèves dans la classe, Rennes : Presses universitaires de Rennes, pp. 51-91. DOI : <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:29256>

SCHUBAUER-LEONI Marie-Luisa, LEUTENEGGER Francia, FORGET Alexia, 2007, « L'accès aux pratiques de fabrication de traces scripturales convenues au commencement de la forme scolaire : interrogations théoriques et épistémologiques », in *Éducation et didactique*, Volume 2 (1), pp. 9-36.

DOI : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.137>

SENSEVY Gérard, 2007, *Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique*, In G. Sensevy & A. Mercier, (2007) (dir.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 13-49). Rennes : Presses Universitaires de Rennes

SENSEVY Gérard, 2008, « Le travail du professeur pour la théorie de l'action conjointe en didactique. Une activité située ? », in *Recherche et formation*, n° 57, pp. 39-50.

SINCLAIR, John McHardy et COULTHARD Richard Malcolm, 1975, *Toward an analysis of discourse: the English used teachers and pupils*, London : Oxford University Press

VENTURINI Patrick, 2012, « Action, activité, « agir » conjoints en didactique : discussion théorique », in *Éducation & Didactique*, Vol. 6 (1), pp. 127-136.

URL : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1348>