



HAL
open science

Choix didactiques d'enseignants de physique en Lycée Professionnel sur l'électricité

Luz Helena Martinez Barrera

► **To cite this version:**

Luz Helena Martinez Barrera. Choix didactiques d'enseignants de physique en Lycée Professionnel sur l'électricité. 13èmes Rencontres scientifiques de l'ARDiST, ARDiST, Jun 2024, Montpellier, France. hal-04665889

HAL Id: hal-04665889

<https://hal.science/hal-04665889v1>

Submitted on 2 Aug 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Choix didactiques d'enseignants de physique en Lycée Professionnel sur l'électricité

Etude comparative entre un cas français et un cas brésilien

Luz Helena Martinez Barrera¹

Introduction

Nous souhaitons par cette étude porter une réflexion sur la construction de connaissances possibles autour de l'enseignement de l'électricité. En particulier, des notions abstraites telles que la tension électrique peuvent être vues comme *monumentalisées* ou non problématisées. Nous nous proposons d'analyser des pratiques enseignantes en lycée professionnel. Notre choix s'inscrit ainsi dans des prescriptions institutionnelles visant des savoirs en contexte. L'approche comparative impliquant deux enseignants dans deux pays différents, permet d'identifier et de mettre en valeur les particularités de ces pratiques. Dans cette étude, un même problème scolaire est présenté par ces enseignants, il consiste à introduire une contradiction apparente entre l'électricité fournie par le secteur (en tension alternative) et celle nécessaire au fonctionnement de dispositifs tels que le téléphone portable (en tension continue). Ce sont les choix didactiques guidés par cette intention que nous souhaitons analyser ici.

Quelques aspects problématiques de l'enseignement et de l'apprentissage de la tension électrique

L'électricité apparaît dans les programmes du cycle 4 à travers la réalisation de circuits simples pour *exploiter les lois de l'électricité* (MEN, 2020a). Dès l'école primaire, les représentations des élèves sur l'électricité sont fortement *substantialistes* : la pile est considérée comme un *contenant de l'électricité, celle-ci* sortant d'une borne et circulant vers l'autre borne d'un circuit (Tiberghien et Delacôte, 1976). La notion de différence de potentiel n'est pas opératoire pour la résolution de problèmes et/ou l'analyse de circuits, pour lesquelles le raisonnement en termes de courant est privilégié (Viennot, 1996; Dupin et Johsua, 1986; Closset, 1989). Au niveau du collège, certains auteurs pointent des difficultés associées à la manière de penser la proportionnalité dans le formalisme de la loi d'Ohm, à propos de laquelle les élèves convoquent des rationalités différentes (physique ou mathématique) (Malafosse, Lerouge et Dusseau, 2001)

Pour le lycée professionnel, les programmes de Seconde (MEN, 2019) ciblent la distinction entre *une tension continue et une tension alternative*. En effet, en physique, la source de

¹ Univ Paris Est Créteil, Université Paris Cité, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, Univ Rouen, LDAR, F-94010 Créteil, France

Laboratoire de Didactique André Revuz

tension peut être continue ou bien alternative (Neffati, 2008) lorsque le but est de transporter l'électricité sur une certaine distance. La notion de transformation de tension électrique, dans le contexte de la distribution d'électricité, pourrait aider à comprendre l'existence et les différences entre ces deux tensions, mais le fonctionnement d'un transformateur n'est prévu que pour la classe de Première Professionnelle, pour les groupements de spécialité 1 et 2 (MEN, 2020b). A cela rajoutons les discussions portées par Robert, Khantine-Langlois, Munier et Dusseau (2008) qui pointent la tendance des apprenants à appliquer les règles des grandeurs continues aux grandeurs variables et *la difficulté à donner du sens au concept de valeur efficace*. Ils proposent d'étendre cette réflexion au-delà du formalisme mathématique (souvent placé à l'origine du problème) à la question de la mesure.

Le choix d'un problème scolaire au cœur des organisations du savoir

Le programme d'étude (Artigue et Winslow, 2010) répond à une organisation du savoir par niveaux définie au sein d'institutions scientifiques, sociales et politiques, entre autres, concernant plusieurs échelons : régional, national, local. Nous avons commencé par une première étude des organisations du savoir lors d'un travail précédent (auteurs, 2021) : de la classe de seconde professionnelle française des Métiers de l'électricité et de ses environnements connectés (K=10) et de la 2^{ème} année en maintenance et support informatique pour jeunes et adultes en lycée professionnel (K=10). Elle pointe une distinction entre la présence de l'électricité et les mathématiques pour le cas français, et l'électricité et le magnétisme pour le cas brésilien² (Annexe 1). Ces organisations nous permettraient de mieux comprendre ce qui relèverait du choix de deux enseignants, en particulier, la formulation et l'introduction d'un même questionnement initial avec un but d'enseignement. La différence entre les deux organisations met en évidence la différence entre les contenus à enseigner. Nous nous demandons si ces deux objectifs peuvent être atteints par un même questionnement initial. Une analyse nous semble nécessaire du point de vue de la construction du savoir. Nous souhaitons, par ce travail, amorcer une réflexion à ce propos.

Dans le contexte scolaire, la résolution de tâches ou de problèmes mathématiques peut devenir un automatisme, impliquant une perte de sens ou de raison d'être de l'étude. Dans ce cas, la tâche est dite *monumentalisée* (Chevallard, 2004). La difficulté des élèves à mobiliser la notion de tension électrique peut être en lien avec un caractère *monumentalisé* ou *non construit*, du fait des automatismes déjà signalés par certains auteurs dans la résolution de problèmes en physique (Dumas-carré, Caillot, Martinez-Torregosa et Gil-Pérez, 1989). Dépasser ces automatismes, par la construction du savoir, requiert que les élèves donnent du sens aux problèmes scolaires (Fabre et Orange, 1997).

² N'ayant pas de préconisation officielle de progression pour cette classe, l'enseignante utilise comme référence le programme de la classe de 3^{ème} année brésilienne de l'enseignement général (*Ensino Medio*, K=11). Cela représente pour nous un choix de l'enseignante.

Le problème scolaire, rappelait Fabre (1997), se distingue d'un exercice *ciblé* par son ouverture et sa complexité : il provoque chez l'élève une prise d'initiative en dépassant la résolution de tâches simples (Richard, 1990 cité par Fabre, 1997, p 50). Intéressés par l'étude de la construction du savoir, nous souhaitons explorer de plus près les problèmes scolaires formulés par les enseignants, ce qui peut donner lieu à des expressions particulières de leur pratiques dans le cadre de leur formation au métier de l'enseignement.

Cadre théorique et question de recherche

Lors de l'étude précédente (auteurs, 2021), nous avons suivi la proposition de Vander-Borghht (2006) qui s'intéressait à une analyse des problèmes formulés au but de l'apprentissage à partir de différents critères. Nous proposons ici d'en retenir ceux associés aux trois fonctions du problème (Fabre, 1997).

La première fonction du problème nommée signification, évoque la valeur épistémologique. Les contours d'une épistémologie de l'électricité (traitée plus haut) suggèrent un niveau d'abstraction élevée, notamment lors de l'enseignement de la tension électrique. Fabre (1997) explique la valeur du savoir en soulignant l'articulation entre le déclaratif et le procédural : du *savoir que* au *savoir comment* (idem, p 50). Nous délimitons notre premier critère retenu à ce que Vander Borghht nomme **Sens**. Nous l'entendons ainsi : **quelles sont les conditions prévues par l'enseignant pour que l'élève soit capable d'associer des expériences à des explications qui mobilisent la notion de tension électrique ?**

La deuxième fonction porte sur la manifestation, ce qui motive l'élève à s'engager dans la tâche. Nous évoquons l'un des facteurs possibles portant sur la perception que l'élève a de la tâche à réaliser, sur sa capacité à la contrôler (Viau, 2004). C'est pourquoi nous y associons le critère d'analyse que Vander Borghht appelle **But**, à partir duquel l'élève pourra évaluer la solution qu'il produit de la tâche réalisée. Nous l'entendons par **le questionnement introduit et formulé par l'enseignant et les éléments qui permettraient d'imaginer et évaluer ses solutions.**

La troisième fonction est la référence, elle inscrit le problème scolaire dans des pratiques sociales (p.e. marchands, artisans). Ceci suppose une certaine complexité de la tâche, essentielle au critère nommé **Traitement** par Vander Borghht. La forme des connaissances dans des contextes de référence est une problématique travaillée par la théorie anthropologique du didactique à partir de la notion de praxéologie (Chevallard, 1999). Etudier les praxéologies signifie décrire deux composants principaux : d'une part, un bloc pratique : la tâche que les élèves doivent réaliser et la (les) technique(s) de réalisations possibles pour résoudre cette tâche ; d'autre part, un bloc théorique : la(les) technologie(s), soit, le discours porté sur la technique et la théorie qui fonde ces technologies. Nous nous intéressons ici au bloc pratique, en entendant ce critère comme **les parcours de résolutions du problème prévus pour l'élève.**

Ces éléments permettent de synthétiser notre question de recherche ainsi : **quels sont les choix des enseignants observés pour la formulation des problèmes scolaires du point**

de vue de leur sens, but et traitement afin de travailler la distinction entre tension alternative et continue ?

Méthodologie de recueil et analyse de données

Nous avons étudié les pratiques de deux enseignants en formation en alternance devant deux classes (K=10, citées plus haut) en lycée professionnel, l'un français et l'autre brésilien. Nous avons conçu un questionnaire qui nous a permis de mieux connaître leur profil (Annexe 2) et estimer une comparaison possible sur la base de critères tels que : années d'expérience, matières enseignées, profil des classes à enseigner (Annexe 3). Pour la description de leurs choix, nous avons conçu une fiche descriptive que les enseignants devaient remplir à propos de la séquence proposée. Elle contient entre autres : la structure de la séquence, les objectifs, les supports, les activités réalisées, le matériel, les sources d'inspiration, etc. Ces informations ont été confrontées et complétées par celles constatées dans les supports de cours (fiches élève et enseignant) présentés dans le cadre de leurs formations.

Pour analyser les informations recueillies, nous avons procédé dans un premier temps à une lecture flottante des supports, afin de repérer des éléments qui pouvaient correspondre à nos catégories (sens, but et traitement). Dans un deuxième temps, nous avons établi les tâches demandées aux élèves à partir des progressions déclarées dans les fiches descriptives et les activités proposées sur les supports. Cette transcription de données apporte une idée plus précise à propos de notre catégorie « **Traitement** ». Ces informations ont été ensuite relues afin d'identifier des éléments portant sur « **le But** » et « **le Sens** ».

Résultats

Les réponses obtenues au questionnaire « profil » ainsi que les tâches décrivant les séquences d'enseignement pour les deux enseignants observés, sont condensées dans les tableaux figurant en annexe 3. Nous nous limitons dans ce qui suit à rendre compte des résultats relatifs à notre question de recherche.

Sens : cette catégorie est présente chez ces enseignants de manière différente, nous l'observons par la place donnée à l'expérience et aux données expérimentales. Pour Alain, l'expérience associée à la tension électrique est celle fournie par la mesure lue sur un écran d'oscilloscope, ce dernier étant branché à un chargeur de téléphone portable puis à un générateur. Les explications reposent sur l'analyse des graphiques données par l'oscilloscope. En revanche Silvia présente des objets (boussole, trombone, fils électriques, etc.) et propose une expérimentation libre aux élèves mais orientée (par le choix du matériel) vers la recherche d'une relation entre champ électrique et champ magnétique. Le sens de la valeur efficace n'est pas du tout évoqué par Sylvia ; cette grandeur est introduite par Alain par le biais de sa formule incluant la valeur de tension maximale lue directement sur les graphiques³. Une distinction entre ces grandeurs est suggérée par Alain lors de l'usage

³ $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

d'instruments de mesure : voltmètre pour la valeur efficace, oscilloscope pour la tension maximale.

But : l'introduction d'une comparaison du point de vue du fonctionnement de deux dispositifs, est quasiment la même mais justifiée différemment. Pour Alain, elle est appuyée essentiellement sur la lecture des graphiques (continue et sinusoïdale) produites par l'oscilloscope ou l'ordinateur et reprise au long des activités. Pour Sylvia, la comparaison se fait à l'aide des lectures précisant l'inadéquation entre deux courants électriques (sens de flux d'électrons) qui devraient être liées par le circuit. Cette inadéquation n'est pas vérifiée expérimentalement par les élèves.

Traitement : Nous observons que les enseignants proposent des notions et des expériences amorçant l'introduction du problème scolaire. Celui-ci occupe une place variable selon l'enseignant observé : Pour Sylvia, les tâches au long de la séance sont en lien avec le problème et suggèrent de l'étudier, entre autres, au sein d'un contexte historique, social et technique ; Pour Alain, cette place est limitée à une seule séance et au bénéfice de l'enseignement d'une méthode de résolution donnée, que le problème servira à justifier. De ce fait, ce dernier resterait circonscrit au contexte mathématique.

Conclusion

Nous tenons d'abord à préciser le caractère ponctuel de cette étude. Elle nous a permis d'identifier chez ces deux enseignants des choix en termes de formulation du problème scolaire, à savoir, la manière dont ils opposent le fonctionnement d'un chargeur électrique et la prise du secteur. Le critère associé au **Sens**, suggère une asymétrie de l'intervention des explications des élèves, de la présence ou non de l'expérimentation pour l'introduction du problème et de la mobilisation de rationalités (mathématique ou physique). En termes de **But**, les enseignants s'accordent à proposer des éléments de réponse au problème : par la lecture de textes présents dans les supports ou par des procédures données. Des différences sont toutefois constatées dans le traitement de données : présent et structurant la séquence ou bien complètement absent. Enfin, le **Traitement** met en évidence une seule manière de résoudre le problème scolaire proposée et guidée par chaque enseignant. En particulier, les notions de courant et de tension sont utilisées de manière exclusive pour chacun des cas sans évoquer le lien entre ces grandeurs. La notion de transformation est mobilisée dans un cas, mais concernant seulement la grandeur du courant électrique (d'alternatif au continu). L'une de deux progressions didactiques est riche en notions associées aux savoirs de référence divers ; l'autre, plus modeste, est circonscrite dans des procédures mathématiques de résolution d'un exercice donné.

Bibliographie

- Auteurs, (2021). Teacher training and problematization – Reflections on the practice of professional education teachers in a comparative perspective (Brazil and France). In IOSTE letters (Eds). *Official Journal of the International Organization for Science and Technology Education*. 1, 147-155
- Artigue, M., & Winsløw, C. (2010). International comparative studies on mathematics education: A viewpoint from the anthropological theory of didactics. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(1), 47-82.
- Chevallard, Y. (2004). Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire.
- Chevallard, Y. (1999). La recherche en didactique et la formation des professeurs: problématiques, concepts, problèmes. *Actes de la Xe Ecole d'Eté de didactique des mathématiques* (Houlgate 18-25 aout 1999), 98-112.
- Closset, J. L. (1989). Les obstacles à l'apprentissage de l'électrocinétique. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 716, 931-948.
- Dumas-carré A, Caillot M., Martinez-Torregrossa J., Gil-Pérez D. (1989). Deux approches pour modifier les activités de résolution de problèmes en physique dans l'enseignement secondaire : une tentative de synthèse. In : *Aster*, 8, Expérimenter, modéliser. 135-160
- Dupin, J. J., et Johsua, S. (1986). L'électrocinétique du collège à l'université. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 683, 779-800.
- Fabre, M. (1997). Pensée pédagogique et modèles philosophiques : le cas de la situation-problème. *Revue française de pédagogie*, 49-58.
- Fabre M. & Orange C. (1997). Construction des problèmes et franchissement d'obstacles. *Aster*, 24, 37-57.
- Malafosse, D., Lerouge, A., & Dusseau, J. M. (2001). Étude en inter-didactique des mathématiques et de la physique de l'acquisition de la loi d'Ohm au collège: changement de cadre de rationalité. *Didaskalia*, 18(1), 61-98.
- MEN, (2019). Programme de physique-chimie pour la seconde professionnelle. BO spécial du 11 avril 2019.
- MEN, (2020a). Programme d'enseignement du cycle des approfondissements (cycle 4). BOEN n° 31 du 30 juillet 2020.
- MEN, (2020b). Programme de physique-chimie pour la première professionnelle. BO spécial n°1 du 6 février 2020.
- Neffati, T. (2008). *Électricité générale-2e éd.: Analyse et synthèse des circuits*. Dunod.
- Robert, M., Khantine-Langlois, F., Munier, V., & Dusseau, J. M. (2008). Grandeurs et mesures en électrocinétique des courants variables. *Aster: Recherches en didactique des sciences expérimentales*, 47(1), 71-101.
- Tiberghien, A., & Delacôte, G. (1976). Manipulations et représentations de circuits électriques simples: par des enfants de 7 à 12 ans. *Revue française de pédagogie*, 32-44.
- Vander Borcht, C. (2006). Du côté de la formation des enseignants en sciences : concevoir des problèmes. In M. Fabre & E. Vellas (dir.). *Situations de formation et problématisation*. 125-141. Bruxelles : De Boeck
- Viau, R. (2004). La motivation: condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire. *Actes du 3e congrès des chercheurs en éducation*. Bruxelles.
- Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique: la part du sens commun*. De Boeck Supérieur.

Annexe 1 : organisations des savoirs associés aux problèmes formulés dans les classes concernées

5	Discipline	Physique		Mathématiques
4	Domaine	Electricité		Algèbre - Analyse
3	Secteur	Loi des courants / Lois de Kirchhoff	Transfert d'énergie électrique	Fonctions sinusoidales
2	Sujet	Loi d'Ohm	Puissance Électrique	Valeur maximale, valeur efficace, fréquence
1	Tâche	Différencier une tension alternative d'une tension continue	Etablir expérimentalement la relation $E = Pt$	Déterminer les valeurs caractérisant cette fonction à partir d'une représentation graphique
0	Question/ problème	Les tensions à la sortie d'un chargeur de téléphone portable et d'une prise de courant domestique sont-elles similaires ?		

Tableau 1 : Organisation du savoir établie à partir du programme de la classe de Seconde Professionnel (K=10) en France (programmes du 2009)

5	Discipline	Physique	
4	Domaine	Electricité	
3	Secteur	Electromagnétisme	Electromagnétisme, équipement et télécommunications
2	Sujet	Induction électromagnétique	Transmetteurs et récepteurs
1	Tâche	Différenciation entre tension continue et alternative	Identifier la fonction des dispositifs comme des condensateurs, inducteurs et transformateurs. Distinguer circuits en courant continu et alternative, analyser leurs différents usages.
0	Question/ problème	On sait que les circuits tels que ceux de chargeurs de téléphones portables fonctionnent en courant continu et que les prises résidentielles fournissent du courant alternatif. Pourquoi que cette inadéquation entre ce qui est fourni et ce qui est nécessaire ?	

Tableau 2 : Organisation du savoir établie à partir du programme de l'année 3 du lycée général (*Ensino Médio*, K=11), qui sert de référence à l'enseignante brésilienne enquêtée. En effet, le programme dans la formation professionnelle de 2^{ème} année en maintenance et support informatique pour jeunes et adultes (K=10) ne porte pas de progression de contenus, seulement la mention « électricité »⁴

⁴ cf. programme en vigueur Institut Fédéral Rio de Janeiro : https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/Acad%C3%AAmico/ppc_validado_msi_ementario_basicas.pdf

Annexe 2 : outils de recueil de données (conçus et appliqués dans un contexte de formation)

Questionnaire « Profil » de l'enseignant

1. Prénom, Nom
2. Formation
3. Avez-vous d'expériences antérieures dans l'enseignement ? Si oui, combien d'années ?
4. Avez-vous d'expériences professionnelles autres que l'enseignement ?
5. Quelles classes avez-vous cette année sous votre responsabilité ?
6. Quelles sont les matières enseignées dans ces classes ? combien d'heures par matière ?

Fiche descriptive de la séquence d'enseignement à remplir par l'enseignant

1) Auteur

NOM, Prénom :

Le matériel que vous présentez:

sera également exploité et présenté dans votre portfolio :

sera également exploité et présenté dans votre mémoire :

2) Description de la séquence

Discipline :
Thème :
Module :

Titre de la séquence :
Objectif de la séquence :
Nombre de séances :

Progression de la séquence

n° de séance	Date	Titre	Objectif	Notions	Activités	Supports

3) Evaluation de la séquence : à quel moment de la séquence évaluez-vous ? Quelles sont les traces que présentez-vous dans votre dossier ?

--

4) Quel usage de la Technologie de l'Information et la Communication pour l'Enseignement (TICE) avez-vous réalisé ?

5) Recueil d'évidences du dossier (mettre un approximatif de date de recueil)

				Copies des protocoles TP ? Des rapports écrits ?
Documents de référence (oui, non) ? Lesquels ?	Fiches Elèves - Professeur	Copies de manuels scolaires ?	Copies de cahiers d'élèves ?	

Quelles autres évidences ajoutez-vous à votre dossier ?

6) Réflexion autour d'un thème disciplinaire choisi en maths ou sciences

1- préciser le choix du thème disciplinaire lié à la séquence choisie pour l'analyse de pratiques
2- situer le thème dans le programme (module, prérequis, pré-acquis, etc.)
3- précisez les difficultés que le contenu et sa nature peuvent entraîner pour les élèves.
4- en quoi l'histoire des sciences permet d'après vous de mieux cerner ces difficultés

Annexe 3

Synthèse de réponses obtenues grâce au questionnaire « Profil »

	Enseignant français « Alain »	Enseignante brésilienne « Sylvia »
Formation au moment du recueil	Master MEEF CAPLP Mathématiques, Physique et Chimie	Master enseignement de la physique
Expérience dans l'enseignement avant formation	10 ans	10 ans
Autres expériences professionnelles	6 ans (analyste programmeur, entrepreneur)	6 ans (divulgateur scientifique, assistante éducation élèves aux besoins éducatifs particuliers)
Classe concernée par l'enseignement observé*	Seconde Bac Pro MELEC (K=10)*	2 ^{ème} année, éducation technique pour jeunes et adultes (EDA) (K=10)**
Matières à enseigner dans la classe concernée, heures d'intervention par semaine	Mathématiques (3h), Sciences Physique – Chimie (2h)	Sciences Physiques (4h)

Choix didactiques d'enseignants de physique en lycée professionnel sur l'électricité

Tableau 3 : informations obtenues du questionnaire « profil » des enseignants.

* Séquence présentée dans son portfolio de demande de titularisation

** Séquence présentée dans son mémoire du master

Synthèse des tâches établies décrivant les séquences d'enseignement

Séance_ Tâche	Enseignant français « Alain »	Séance_ tâche	Enseignante brésilienne « Sylvia »
1_1	Calculer une tension maximale à partir d'une méthode graphique	1_1	Identifier des phénomènes (et notions) associés au magnétisme
1_2	Distinguer tension efficace et tension maximale par la mesure expérimentale	1_2	Identifier une relation entre champ magnétique et champ électrique
2_1	Distinguer graphiquement une tension alternative d'une tension continue	2_1	Distinguer objets et phénomènes associés aux Courant Continu (CC) et Courant Alternatif (CA)
2_2	Lire un texte sur le contenu essentiel à retenir issu de cet enseignement	2_2	Comprendre le fonctionnement de la science à partir d'un texte portant sur l'épisode historique de la guerre de courants
2_3	Suivre une méthode de résolution pour un exercice associé à un "oscillogramme d'une tension [alternative] délivrée par un générateur"		
3_1	Etablir la relation entre période et fréquence d'un signal de tension sinusoïdale	3_1	Comprendre le débat historique étudié précédemment du point de vue des arguments scientifiques
		3_2	Connaître quelques dispositifs électroniques (utiles au montage d'un pont redresseur)
		3_3	Connaitre et construire un pont redresseur, comprendre son fonctionnement