



**HAL**  
open science

# Place des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique en Centrafrique. Le cas de l'intensité du courant électrique en classe de troisième

Joseph Prince Kpokpolingou-Koyambesse

## ► To cite this version:

Joseph Prince Kpokpolingou-Koyambesse. Place des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique en Centrafrique. Le cas de l'intensité du courant électrique en classe de troisième. Education. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2022. Français. NNT : 2022BRES0091 . tel-04087729

**HAL Id: tel-04087729**

**<https://theses.hal.science/tel-04087729>**

Submitted on 3 May 2023

**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.

# THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE  
DE BRETAGNE OCCIDENTALE

ECOLE DOCTORALE N° 603  
*Education, Langages, Interaction, Cognition, Clinique*  
Spécialité : Didactique des Sciences physiques

Par

**Joseph Prince KPOKPOLINGOU - KOYAMBESSE**

## **Place des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique en Centrafrique**

Le cas de l'intensité du courant électrique en classe de troisième

Thèse présentée et soutenue à INSPE de Rennes, le 06 décembre 2022  
Unité de recherche : Centre de Recherche sur l'Education, l'Apprentissage et la Didactique  
CREAD – EA 3875

### **Rapporteurs avant soutenance :**

Nicolas DECAMP      Maitre de conférences HDR, Université de Paris  
Valérie MUNIER      Professeure des universités, Université de Montpellier

### **Composition du Jury :**

Présidente :	Isabelle KERMEN,	Professeure des Universités, Université de Bretagne Occidentale
Examineurs :	Nicolas DECAMP	Maitre de conférences HDR, Université de Paris
	Suzane EL HAGE	Maitre de conférences, Université de Reims Champagne Ardenne
	Alhadji MAHAMAT	Maitre de conférences HDR, Université de Maroua, Cameroun
	Valérie MUNIER	Professeure des universités, Université de Montpellier

Dir. de thèse : Jean-Marie BOILEVIN      Professeur émérite, Université de Bretagne Occidentale

## *Dédicaces*

A

*Toute la famille* **KPOKPOLINGOU**

*« Ce qui compte, ce n'est pas ce que l'on a vu  
ou entendu, mais ce que l'on a retenu »*

*Bernard Dirand*



## **REMERCIEMENTS**

Ce travail de thèse a été réalisé à l'Université de Bretagne Occidentale, au sein de l'Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation (INSPE), site de Rennes (France). Au terme de ces quatre années de recherche, je voudrais remercier très sincèrement le professeur Jean-Marie Boilevin qui a dirigé ce travail de thèse et qui m'a fait découvrir le monde de la didactique de la physique. Son appui multiformes, sa disponibilité, ses conseils judicieux, ses relectures et ses questions, toujours pertinents et bienveillants m'ont permis de travailler dans des conditions idoines et d'avancer progressivement dans mes travaux de recherche. Pour tout dire, il a été pour moi un exemple idéal à suivre et je lui en suis entièrement reconnaissant.

Je témoigne ma reconnaissance et je rends hommage au maître de conférences HDR Alain Jameau, qui malheureusement nous a quittés trop tôt, pour avoir contribué au début de ce travail. Je ne saurais passer inaperçu l'orientation, le guidage et les multiples efforts qu'il avait fournis pour la réussite de mes années académiques.

Je remercie tout particulièrement Valérie Munier, professeure à l'université de Montpellier et Nicolas Décamp, maître de conférences HDR à l'université Paris Cité, qui ont accepté d'être les rapporteurs de cette thèse ainsi que tous les membres du jury de soutenance : Professeure Isabelle Kermen, Maître de conférences Suzane El Hage, Maître de conférences HDR Alhadji Mahamat.

Je tiens également à remercier tout le corps enseignant et le personnel de l'INSPE de Bretagne et toute l'équipe du CREAD – EA 3875 qui, de manière directe ou indirecte, ont contribué à rendre effectif ce travail. Je remercie aussi mes camarades de classe de toutes les nationalités pour l'assistance mutuelle, les moments passés ensemble et les relations cordiales que nous avons entretenues jusque-là. Je ne peux pas oublier Jean-Noël Blocher et Cédric Le Moguedec et mentionner notre sociabilité particulière et positive dans les gestions administratives.

Je tiens à remercier exceptionnellement l'Ambassade de France à Bangui pour le financement de cette thèse, et je remercie très vivement le corps rectoral de l'Université de Bangui et le staff de l'ENS de Bangui qui m'ont donné l'opportunité de suivre cette formation doctorale.

J'exprime très fort ma gratitude à mon épouse Ursula-Claudia Yawili-Konza, à mes enfants, à mes frères et sœurs ainsi qu'à mes parents qui, sans condition, ont accepté de supporter mes multiples absences pendant mes séjours en France.

Je ne terminerai pas sans laisser un message de remerciement à tous mes compatriotes centrafricains qu'avec eux nous avons combattu pour notre pays.

Enfin, je dis merci à tous ceux ou celles que je ne peux citer nommément ici mais qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## TABLE DES MATIERES

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>3</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>13</b>
<b>CHAPITRE 1 : LE SYSTEME EDUCATIF CENTRAFRICAIN : ENJEUX ET DEFIS</b>	
Plan du chapitre 1 .....	16
Introduction.....	18
1.1 Brève présentation de la République Centrafricaine .....	18
1.1.1 Situation géographique du pays.....	18
1.1.2 Le niveau de développement.....	20
1.1.3 Une instabilité politique chronique, une crise sans précédente.....	20
1.2 Impact des crises politico-militaires sur le fonctionnement du système éducatif centrafricain.....	21
1.3 Organisation et structure actuelle du système éducatif centrafricain .....	23
1.4 Système de formation des enseignants centrafricains.....	26
1.4.1 La formation initiale.....	26
1.4.2 La formation continue .....	27
1.4.3 La formation initiale des enseignants de sciences physiques .....	28
1.4.4 La formation continue des enseignants de sciences physiques .....	29
1.5 Coûts et financement du secteur éducatif centrafricain .....	30
1.6 Conclusion .....	31
<b>CHAPITRE 2 : BREVE HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DE L'ELECTRICITE</b>	
Plan du chapitre 2.....	33
Introduction.....	35
2.1 Différentes façons de penser la physique .....	35
2.1.1 Evolution historique du dogme à l'hypothèse .....	35
2.1.2 Que font vraiment les physiciens ?.....	38
2.2 Le modèle.....	38
2.2.1 Définitions du concept.....	38
2.2.2 Relation du modèle avec la réalité empirique et la théorie .....	40
2.2.3 Expérimentation, théories et instruments .....	41
2.2.4 Le modèle après la théorie .....	43
2.2.5 Le modèle avant la théorie .....	43
2.2.6 Synthèse.....	43
2.3 Aperçu sur l'évolution historique du savoir en électricité .....	44
2.3.1 De l'Antiquité au XVII <sup>e</sup> siècle : des découvertes par expérimentation .....	44
2.3.2 Les premières théories sur l'électricité issues des expériences .....	45
2.4 La transposition didactique.....	50
2.4.1 Définition et nécessité d'une transposition .....	50
2.4.2 Transposition didactique et enseignement de l'électricité.....	52

2.5 Conclusion .....	54
<b>CHAPITRE 3 : ACTIVITES EXPERIMENTALES DANS L'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE DE L'ELECTRICITE</b>	
Plan du chapitre 3.....	55
Introduction.....	57
3.1 L'activité expérimentale et la démarche expérimentale .....	57
3.1.1 <i>Activité expérimentale : point de vue définitionnel</i> .....	57
3.1.2 <i>De la démarche expérimentale</i> .....	59
3.2 Les rôles possibles des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique.....	60
3.3 Les recherches sur l'activité expérimentale dans l'enseignement de la physique.....	62
3.4 Les recherches sur l'activité expérimentale dans l'enseignement de l'électricité .....	64
3.5 Les obstacles liés à l'apprentissage de la physique .....	66
3.5.1 <i>Les obstacles épistémologiques</i> .....	66
3.5.2 <i>Les obstacles psychologiques (cognitifs)</i> .....	67
3.5.3 <i>Les obstacles didactiques</i> .....	67
3.6 Les conceptions des élèves .....	68
3.6.1 <i>Différentes définitions du concept de conception</i> .....	68
3.6.2 <i>Les recherches sur les conceptions des élèves en électricité</i> .....	70
3.6.3 <i>Les conceptions des enseignants sur l'aspect expérimental de la physique</i> .....	71
3.7 Conclusion .....	72
<b>CHAPITRE 4 : CONTEXTUALISATION ET PROBLEMATISATION DE LA RECHERCHE</b>	
Plan du chapitre 4.....	73
Introduction.....	76
4.1 Contexte et objet de la recherche .....	76
4.1.1 <i>Contextualisation de la recherche</i> .....	76
4.1.2 <i>Objectif de la recherche par rapport aux constats dans les collèges centrafricains</i> .....	77
4.2 Motivations pour l'apprentissage de science physique.....	78
4.2.1 <i>Les recherches sur la motivation des élèves</i> .....	78
4.2.2 <i>Comportement des élèves face à la science physique</i> .....	80
4.3 La motivation des élèves pour la physique au collège centrafricain .....	81
4.3.1 <i>Le manque de motivation chez les élèves</i> .....	81
4.3.2 <i>Le manque d'implication des élèves dans les activités expérimentales</i> .....	82
4.4 Le programme d'enseignement centrafricain et les directives officielles	83
4.4.1 <i>Aperçu du cadre d'enseignement/apprentissage de la physique au collège</i> .....	83
4.4.2 <i>Elaboration du programme de science physique</i> .....	84
4.4.3 <i>Les objectifs du programme actuel pour les élèves</i> .....	85
4.4.4 <i>Les objectifs du programme actuel pour les enseignants</i> .....	85
4.4.5 <i>L'électricité dans le programme scolaire au collège en Centrafrique</i> .....	86

4.4.6	<i>L'horaire global consacré à l'électricité</i> .....	87
4.4.7	<i>Des injonctions paradoxales</i> .....	87
4.5	Contraintes dans l'enseignement de physique au collège centrafricain ...	89
4.5.1	<i>Les effectifs pléthoriques des élèves</i> .....	89
4.5.2	<i>L'absence de matériels didactiques</i> .....	95
4.6	Questionnement initial.....	95
<b>CHAPITRE 5 : CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE DE LA RECHERCHE</b>		
	Plan du chapitre 5.....	97
	Introduction.....	99
5.1	La double approche didactique et ergonomique (DADE) : des approches pour analyser les pratiques enseignantes .....	99
5.1.1	<i>Les fondements théoriques de la double approche didactique et ergonomique</i> .....	99
5.1.2	<i>Les concepts organisateurs de la théorie de l'activité : tâche et activité</i> .....	103
5.1.3	<i>L'activité de l'enseignant en classe</i> .....	105
5.2	Positionnement du cadre théorique .....	107
5.3	Quelques recherches sur les pratiques expérimentales scolaires et la double approche didactique et ergonomique.....	108
5.4	La théorie des deux mondes : un cadre de référence pour décomposer le savoir .....	115
5.4.1	<i>Elaboration du savoir en physique : une activité de modélisation</i> .....	115
5.4.2	<i>Conceptions des individus : une double catégorisation des connaissances</i> .....	116
5.5	Questions de recherche.....	118
5.6	Conclusion .....	118
<b>CHAPITRE 6 : CADRE METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE</b>		
	Plan du chapitre 6.....	121
	Introduction.....	122
6.1	Principes généraux de la méthodologie utilisée .....	122
6.2	Échantillonnage de la recherche .....	124
6.2.1	<i>Les établissements choisis</i> .....	125
6.2.2	<i>Les enseignants et la structure des classes observés</i> .....	127
6.3	Recueil des données .....	131
6.3.1	<i>Enregistrement audio-visuel des séances</i> .....	131
6.3.2	<i>Les entretiens (ante et post)</i> .....	132
6.4	Organisation des données .....	132
6.4.1	<i>Programmes scolaires</i> .....	133
6.4.2	<i>Données vidéo des séances</i> .....	133
6.4.3	<i>Données entretiens avec les enseignants</i> .....	135
6.5	Méthode d'analyse des données.....	136
6.5.1	<i>Analyse a priori du contenu des fiches de préparation</i> .....	136
6.5.2	<i>Analyse du déroulement des séances de classe observées</i> .....	137
6.6	Résumé de la méthodologie de recherche .....	138

6.6.1 Recueil des données.....	139
6.6.2 Traitement et analyse des données.....	139
6.7 Conclusion .....	139
<b>CHAPITRE 7 : ANALYSE A PRIORI</b>	
Plan du chapitre 7.....	141
Introduction.....	144
7.1 L'intensité du courant et sa mesure dans le programme de troisième en Centrafrique .....	144
7.1.1 Présentation et description de la notion de circuit électrique dans le programme de quatrième.....	145
7.1.2 Présentation de l'intensité du courant électrique et sa mesure en classe de troisième.....	146
7.1.3 Les capacités à évaluer concernant l'intensité du courant et sa mesure en classe de troisième.....	148
7.2 Analyse didactique des objectifs et compétences mobilisées .....	148
7.3 Analyse didactique des tâches prescrites aux élèves en classe de troisième .....	151
7.3.1 Identification des tâches prescrites et activités potentielles des élèves .....	151
7.3.2 Analyse des tâches prescrites et activités potentielles des élèves .....	152
7.3.3 Analyse didactique en termes de pratique enseignante .....	153
7.3.4 Analyse didactique en lien avec l'idée des deux mondes .....	155
7.4 Analyse globale des scénarios possibles des quatre enseignants .....	157
7.4.1 Analyse didactique des tâches prévues par les enseignants à partir de leur fiche de préparation.....	157
7.4.2 Analyse épistémologique des tâches prévues par les enseignants en lien avec l'idée des deux mondes.....	175
7.4.3 Discussion des tâches prescrites aux élèves par les quatre enseignants .....	180
7.4.4 Discussion sur les connaissances épistémologiques des enseignants.....	182
7.5 Conclusion .....	183
<b>CHAPITRE 8 : ANALYSES DES PRATIQUES EFFECTIVES DES ENSEIGNANTS</b>	
Plan du chapitre 8.....	185
Introduction.....	187
8.1 Analyse didactique des déroulements et des tâches effectives des enseignants.....	187
8.1.1 Comparaison globale des déroulements et des formes de travail dans la classe .	188
8.1.2 Analyse du déroulement des séances.....	191
8.2 Analyse épistémologique des activités effectives des enseignants .....	215
8.2.1 L'enseignante P1.....	216
8.2.2 L'enseignant P2.....	217
8.2.3 L'enseignant P3.....	218
8.2.4 L'enseignant P4.....	219
8.3.1 Comparaison des déroulements et des tâches.....	219

8.3.2 <i>Discussion sur les choix des tâches effectives pendant les séances</i> .....	221
<b>CHAPITRE 9 : DISCUSSIONS, LOGIQUES D’ACTION DES ENSEIGNANTS ET DÉTERMINANTS DES PRATIQUES</b>	
Plan du chapitre 9.....	224
Introduction.....	225
9.1 Quelques résultats des recherches sur les pratiques enseignantes.....	225
9.2 Discussions des résultats .....	226
9.2.1 <i>Retour sur les questions de recherche et les résultats obtenus</i> .....	227
• <i>Selon la dimension institutionnelle</i> .....	229
• <i>Selon la dimension personnelle</i> .....	230
• <i>Selon la dimension sociale</i> .....	230
9.2.2 <i>Imbrication des composantes des pratiques</i> .....	234
9.2.3 <i>Résultats obtenus et littérature scientifique</i> .....	235
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>237</b>
1. Discussion .....	237
2. Limites de la recherche.....	238
2.1 <i>Limites en relation avec la méthodologie utilisée</i> .....	238
2.2 <i>Limites en relation avec le cadre théorique convoqué</i> .....	239
2. Perspectives de recherches .....	239
3. Propositions.....	240
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>242</b>
<b>LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES .....</b>	<b>242</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b><a href="#">255</a><a href="#">254</a></b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b><a href="#">257</a><a href="#">256</a></b>
<b>LISTE DES GRAPHIQUES.....</b>	<b><a href="#">259</a><a href="#">258</a></b>
<b>LISTE DES SCHEMAS.....</b>	<b><a href="#">260</a><a href="#">259</a></b>
<b>SOMMAIRE DES ANNEXES.....</b>	<b>260</b>



## INTRODUCTION GENERALE

Notre recherche s'inscrit dans le champ de la didactique de la physique, sachant que la physique est une discipline qui propose une interprétation des phénomènes naturels. L'enseigner, c'est permettre aux élèves l'apprentissage des concepts, lois et théories qui régissent ces phénomènes. Cette finalité hautement didactique passe par la construction du savoir et l'appropriation des lois fondamentales par les apprenants pour qu'ils deviennent adéquats afin de leur permettre de penser et d'agir sur le réel. C'est dans ce contexte que nous avons mené dans le cadre de notre thèse, une recherche centrée sur la place qu'occupe l'activité expérimentale dans la construction du savoir dans l'enseignement de cette discipline dans le contexte centrafricain. En effet, l'enseignement expérimental constitue toujours un sujet d'actualité dans les recherches didactiques et la prolifération des projets de recherche et des publications sur ce thème (mémoire de master, thèses, HDR, articles, ...) en témoignent.

Par ailleurs, en plus de leur côté attractif pour les élèves, les activités expérimentales présentent des moments privilégiés permettant, à l'apprenant, de s'exercer à la démarche expérimentale, à la critique, à l'émission d'hypothèses, à la conception d'expériences, à l'interprétation des résultats, etc.

Notre étude s'inscrit dans un cadre plus global visant à documenter les enjeux de l'activité expérimentale dans la construction du savoir et étudier l'activité enseignante en classe pour caractériser les pratiques d'enseignants de la physique dans des conditions inadéquates (absence de matériel didactique et effectif pléthorique). Nous prenons comme étude de cas, l'enseignement de l'électricité en classe de troisième (15 à 16 ans) dans quatre établissements scolaires (public et privé) de la capitale Bangui (Centrafrique). En Centrafrique, l'électricité fait l'objet d'enseignement et d'apprentissage à tous les niveaux d'enseignement. En effet, elle est au cœur des programmes d'études au collège (de la sixième à la troisième: de la réalisation de circuits électriques simples jusqu'à l'introduction des concepts d'intensité du courant et de tension électrique dans les circuits en série), puis au lycée, en classe de seconde et en terminale des classes scientifiques et techniques.

Des recherches menées en didactique des sciences à propos des conceptions des élèves sur l'intensité du courant électrique (Closset et Viennot, 1984 ; Osborne, 1983 ; Shipstone, Rhöneck, Von Jung, Karrqvist, Dupin, Joshua et Licht, 1988 ; Tiberghien et Delacôte, 1976, ...) ont montré des difficultés de compréhension de ce concept et que ces difficultés persistent en dépit de l'apprentissage formel. De plus, de nombreuses autres recherches ont montré que les conceptions erronées des élèves à propos des concepts d'intensité du courant électrique constituent des obstacles à l'apprentissage. Entre autres les travaux de recherche de Chinn et

Brewer (1993) et Schlichting (1991) montrent que les conceptions des élèves peuvent aller au-delà des preuves empiriques. En effet, les conceptions des élèves influencent beaucoup ce qu'ils voient réellement dans les expériences et généralement, ils rechignent à modifier leur conception si leur production est remise en cause par une seule expérience. En plus, les nombreuses difficultés de compréhension des concepts clés de l'électricité ajoutent à la complexité, d'une part, et à la difficulté de compréhension de la relation qui lie ces concepts, d'autre part.

Les contraintes institutionnelles liées à l'enseignement et l'apprentissage de l'électricité en Centrafrique (absence de matériel didactique, effectifs pléthoriques) nous ont amené à nous poser la question suivante : comment peut-on enseigner l'intensité du courant en classe de troisième au collège en Centrafrique pour que les élèves en tire le meilleur profit dans sa compréhension ? Si nous précisons un peu cette question qui peut apparaître naïve, nous dirions que dans le cadre de notre travail nous allons aborder la façon dont l'électricité est définie dans le programme scolaire au collège centrafricain, analyser son enseignement et son étude en classe et enfin explorer les difficultés conceptuelles des élèves et les connaissances épistémologiques d'enseignants à propos de l'électricité dans une perspective formatrice. Si nous postulons que les pratiques de classes sont tributaires de l'épistémologie de l'enseignant, alors nous pouvons examiner le rapport de l'enseignant à l'électricité qu'il met en œuvre en classe en explorant ses connaissances relativement à ce contenu de savoir.

L'objectif principal dans cette étude de cas est de comparer l'activité en classe de quelques enseignants volontaires pour un même niveau d'enseignement et lors d'une séance ordinaire portant sur l'intensité du courant électrique et sa mesure. Il s'agit de mieux connaître les pratiques de ces enseignants, pour chercher à identifier les raisons qui les sous-tendent et les contraintes qui pèsent sur elles. Les situations et les paramètres qui conditionnent l'évolution d'une société doivent faire l'objet d'une comparaison si l'on veut saisir les mécanismes de transformations historiques qui s'imbriquent plus ou moins. A ce sujet, Wright (1977, p. 150) ajoute que « les comparaisons permettent de comprendre les conditions fondamentales de la moindre enquête ». C'est en accord avec ce principe que nous instaurons la comparaison entre les pratiques d'enseignement de quatre enseignants de sciences physiques.

Notre étude s'articule en huit chapitres. Dans le premier chapitre, nous présentons brièvement le Centrafrique et les enjeux de son système éducatif. Dans le deuxième, nous proposons une revue de littérature en lien avec l'aspect épistémologique du savoir mis en jeu, suivi du chapitre trois dans lequel est le savoir en jeu est abordé du point de vue didactique. Le chapitre quatre est consacré à la contextualisation et à la problématisation des pratiques d'enseignement expérimental, où nous exposons notre problématique avec notre

questionnement initial. Le chapitre cinq, porte sur les cadres théoriques que nous avons retenus pour étudier une pratique effective d'enseignement et d'apprentissage de l'électricité. Nous consacrons le chapitre six aux cadres méthodologiques pour étudier l'organisation didactique d'une pratique effective d'enseignement. Dans le chapitre sept, nous présentons l'analyse *a priori* des scénarios de classe préparés par les enseignants que nous avons observés. Le chapitre huit permet d'analyser le déroulement des séances observées, de présenter et de discuter les résultats trouvés. Le chapitre neuf porte sur la discussion, les logiques d'action des quatre enseignants et leurs déterminants des pratiques. Enfin, la conclusion est l'occasion d'évoquer les apports et les limites de cette recherche doctorale et d'envisager des perspectives à l'issue de ce travail.

## **CHAPITRE 1**

### **LE SYSTEME EDUCATIF CENTRAFRICAIN : ENJEUX ET DEFIS**

## **Plan du chapitre 1**

### **Introduction**

#### **1.1 Brève présentation de la République Centrafricaine**

*1.1.1 Situation géographique du pays*

*1.1.2 Le niveau de développement*

*1.1.3 Une instabilité politique chronique, une crise sans précédente*

#### **1.2 Impact des crises politico-militaires sur le fonctionnement du système éducatif centrafricain**

#### **1.3 Organisation et structure actuelle du système éducatif centrafricain**

#### **1.4 Système de formation des enseignants centrafricains**

*1.4.1 La formation initiale*

*1.4.2 La formation continue*

*1.4.3 La formation initiale des enseignants de sciences physiques*

*1.4.4 La formation continue des enseignants de sciences physiques*

#### **1.5 Coûts et financement du secteur éducatif centrafricain**

#### **1.6 Conclusion**

## **Introduction**

Dans ce chapitre, nous avons jugé utile de procéder à une brève présentation de notre terrain de recherche dans le but de dégager les éléments indicateurs susceptibles d'éclairer notre approche. Autrement-dit, un lien doit s'établir entre le système éducatif et le contexte sociétal en vue de tenter d'appréhender les facteurs de blocage qui semblent participer à l'appauvrissement du pays. Ceux-ci sont de plusieurs ordres : la situation géographique, le niveau de développement et l'instabilité politique chronique. Ensuite, nous proposons une synthèse des impacts des crises politico-militaires sur le fonctionnement du système éducatif centrafricain : la proportion des établissements scolaires fonctionnels, les causes principales de fermeture de ces établissements et, pour ceux qui ont été attaqués, le type d'attaques qu'ils ont subies. Enfin, nous parlerons de l'organisation et de la structure actuelle du système éducatif centrafricain et du système de formation des enseignants centrafricains.

### **1.1 Brève présentation de la République Centrafricaine**

#### *1.1.1 Situation géographique du pays*

**République centrafricaine aperçu incrustée dans  
une carte de l'Afrique sur un fond blanc**



**Source : <https://fr.123rf.com/18.11.2020/11h30>**



**Source : Carte de la République Centrafricaine © club-des-voyages.com**

**Figure 1 :** carte géographique de la République centrafricaine

La République centrafricaine, notée RCA, s'étend sur une superficie de 623.000 km<sup>2</sup>. Elle est limitée par le Tchad au nord, la République démocratique du Congo (RDC) et le Congo au sud, le Cameroun à l'ouest, le Soudan et le Soudan du Sud à l'est. Pays enclavé d'Afrique centrale, la RCA ne bénéficie d'aucun accès direct à la mer. Les deux ports par lesquels transite la majorité des biens importés sont Douala et Pointe Noire, situés respectivement à 1.500 et 1.000 km de Bangui<sup>1</sup>. Le pays dispose cependant d'un riche réseau hydrographique composé de deux bassins : le Chari qui s'écoule vers le nord et l'Oubangui qui draine ses eaux vers le sud.

Partagé entre savanes et forêts équatoriales, le pays est essentiellement soumis à un climat tropical caractérisé par une saison sèche et une saison des pluies d'une durée variable selon les régions.

La RCA bénéficie de conditions propices à des cultures diversifiées telles que le coton, l'arachide, le palmier à huile, l'hévéa ou le café. Elle a un potentiel minier important : 470 indices miniers y ont été répertoriés, dont des diamants alluvionnaires de bonne qualité, de l'or, de l'uranium, du minerai de fer, du phosphate, du nickel, du cobalt, du cuivre, de l'étain et du tungstène<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Capitale de la République centrafricaine qui bénéficie du statut de commune autonome.

<sup>2</sup> Plan sectoriel de l'éducation 2020-2029 de la République centrafricaine, p. 46.

Cependant, en 2020, seuls les diamants et l'or sont exploités, de manière artisanale et semi-mécanisée<sup>3</sup>. La RCA dispose, également, de ressources forestières partiellement exploitées et de ressources pétrolières et hydroélectriques encore inexploitées. Le bois et le diamant sont les principaux biens d'exportation de la RCA : en 2017, ils ont constitué respectivement 40% et 35% des recettes d'exportations du pays<sup>4</sup>.

Sur le plan administratif, le pays comprend sept régions qui sont des collectivités territoriales. Celles-ci sont divisées en 16 préfectures administrées par des préfets. Ces préfectures sont elles-mêmes divisées en 71 sous-préfectures dirigées par des sous-préfets.

La population centrafricaine compte environ cinq million d'habitants et est marquée par une grande diversité ethnique (Gbayas, Bandas, Haoussa, Mbakas, Saras, Mandjas, Goulas, Rongas, Karas, Banziris, Yakomas...). Les deux langues officielles sont le Sango et le Français.

### ***1.1.2 Le niveau de développement***

La RCA apparaît en avant-dernière position (188<sup>ème</sup> sur 189) dans le dernier classement selon l'Indice de Développement Humain (IDH) du Programme des Nations Unies pour le Développement<sup>5</sup>.

Notons aussi que seulement 30% de la population avait accès à l'électricité en 2017, ce qui est inférieur à la moyenne des pays de l'Afrique subsaharienne (45%)<sup>6</sup>. L'accès à l'eau potable est aussi très limité : 46,3% de la population en 2016 (33,7 % de la population rurale et 64,7 % de la population urbaine), contre 60,0% en moyenne pour l'Afrique subsaharienne<sup>7</sup>.

### ***1.1.3 Une instabilité politique chronique, une crise sans précédente***

Un pays marqué par une instabilité structurelle et des crises politiques récurrentes : depuis l'indépendance proclamée le 13 août 1960, la RCA a connu une succession de coups d'État et de régimes autoritaires conduisant à une instabilité structurelle et à une aggravation de la pauvreté. Jusqu'en 2013, presque sans exception, chaque dirigeant, David Dacko (1960-1965), Jean Bédel Bokassa (1965-1979), David Dacko (1979-1981), André Kolingba (1981-1993), Ange Félix Patassé (1993-2003), François Bozizé<sup>8</sup> (2003-2013), est arrivé au pouvoir à travers un coup d'État militaire, ou a été renversé lors d'un coup d'État militaire. Qui plus est,

---

<sup>3</sup> « L'enclavement du pays a toujours conduit à rechercher en premier lieu les minerais présentant un faible encombrement et une forte valeur marchande pour l'exportation. En outre, ce potentiel minier économiquement fiable est resté inexploité en raison des effets combinés des risques politiques et du faible niveau des infrastructures (mauvais état des routes, insuffisance d'électricité). ». République centrafricaine. 2018. <http://documents.worldbank.org/curated/en/789181549619579625/pdf/PGRN-M-F-PGES.pdf>. Décembre 2018.

<sup>4</sup> Groupe de la Banque Africaine de Développement. 2019. *Perspectives économiques en Afrique* (PEA) ; p.159

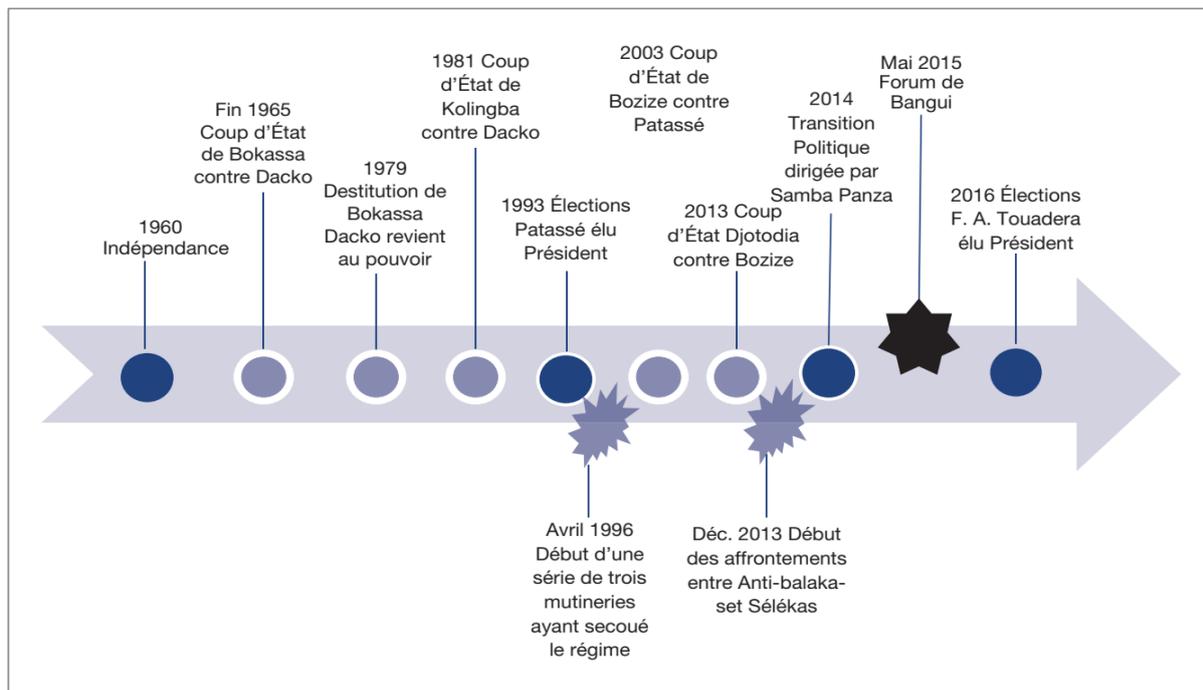
<sup>5</sup> PNUD 2019. [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2019\\_overview\\_-\\_french.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2019_overview_-_french.pdf)

<sup>6</sup> Base des *Indicateurs du développement dans le monde (IDM/WDI)* de la Banque Mondiale, consultée en mars 2021.

<sup>7</sup> Base de données du *Programme Conjoint de monitoring en Eau, d'Assainissement et d'Hygiène* de l'Organisation Mondiale de la Santé/Fonds des Nations Unies pour l'enfance, consultée en mars 2021.

<sup>8</sup> Lui-même était arrivé au pouvoir en 2003 par les armes, en renversant le président Ange-Félix Patassé.

plusieurs tentatives de coups d'État militaires et de mutineries de l'armée et de rébellion ont émaillé la plupart des régimes. Le tableau 1 présente une chronologie de ces principaux événements politico-militaires. Il s'en est suivi une suite d'affrontement et de violences entre des groupes armés variés (Séléka ou ex-Séléka, anti-Balaka autonomes ou fidèles à l'ex-président Bozizé<sup>9</sup>) qui a généré une crise humanitaire et économique sans précédent.



**Tableau 1 :** Prise chronologique des principaux événements politico-sécuritaires en RCA (RESEN<sup>10</sup>, 2018, p.26)

A l'initiative de l'Union Africaine et avec le soutien militaire de la France<sup>11</sup>, une mission de maintien de la paix a été déployée à partir de décembre 2013 en RCA<sup>12</sup>. Le président de la transition issu de la Séléka, Michel Djotodia, et son gouvernement ont démissionné peu après (janvier 2014).

Catherine Samba-Panza est alors devenue chef de l'Etat de transition jusqu'à l'élection de Faustin Archange Touadera à la présidence de la République en février 2016. Cette élection démocratique a été permise par le processus de réconciliation nationale lancé dès 2015.

## 1.2 Impact des crises politico-militaires sur le fonctionnement du système éducatif centrafricain

Le pillage des infrastructures et l'occupation constituent les attaques les plus fréquentes subies par les établissements scolaires. Ces attaques contre l'éducation ont commencé au

<sup>9</sup> Voir Dukhan, Nathalia. 2018. The Enough Project. Novembre 2018.

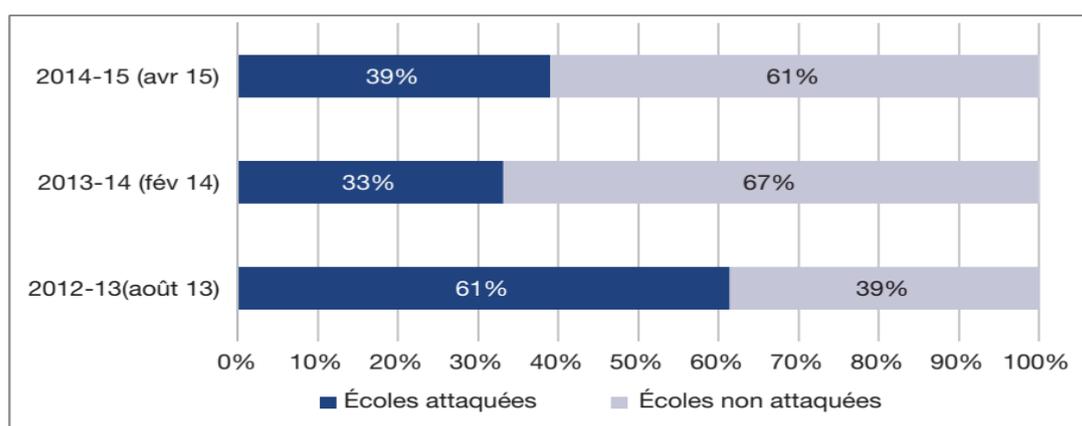
<sup>10</sup> Rapport d'État sur le Système Educatif National, 2018

<sup>11</sup> Opération Sangaris, de décembre 2013 à octobre 2016.

<sup>12</sup> La Mission internationale de soutien à la Centrafrique sous conduite africaine (MISCA), à laquelle succède en septembre 2014 la Mission multidimensionnelle intégrée des Nations unies pour la stabilisation en Centrafrique (MINUSCA).

début de la crise et ont augmenté fortement à partir de 2013<sup>13</sup>. La nature des attaques recensées varie selon les préfectures et les groupes armés actifs. De nombreux établissements ont été pillés (portes, toits, bureaux, matériels didactiques, manuels scolaires, ...). Par ailleurs, l'équipe administrative et les enseignants ont reçu des menaces pour avoir voulu appliquer les décisions de réouverture des établissements prises par le ministère de tutelle. Enfin, des établissements ont servi d'abris provisoires à la population civile ayant voulu fuir les exactions commises par les groupes armés ; d'autres ont été utilisés par ces groupes armés et les forces régulières comme leur quartier général. Au-delà du pillage par les populations civiles ou les groupes armés des infrastructures scolaires, l'utilisation des établissements comme abris temporaires induit à court terme l'interruption de l'enseignement/apprentissage, la dégradation des infrastructures, la destruction et le vol potentiel des équipements scolaires.

D'après les enquêtes menées par Cluster<sup>14</sup> Éducation en août 2013 et initiées par les nations unies, 61% des établissements scolaires enquêtés (108 sur 176) avaient fait l'objet de pillages et d'actes de vandalisme, 16 avaient été touchés par des balles ou des obus et quatre complètement incendiés. Selon ces enquêtes, entre décembre 2012 et août 2013, au moins 24 établissements ont été occupés ou utilisés illégalement par des combattants dans les provinces de Bamingui-Bangoran, Kémo, Ombella-M'Poko, Bangui, Haute-Kotto, Nana-Grébizi et Ouaka, dont quatre par l'armée régulière. La grande majorité de ces établissements scolaires a rapporté des exactions considérables suite à leur occupation.



**Graphique 1 :** Proportion des établissements ayant subi une attaque entre 2013 et 2015 (RESEN, 2018, p. 54)

L'évaluation de Cluster<sup>15</sup> Éducation de février 2014 a montré, quant à elle, 111 cas d'établissements scolaires attaqués sur les 335 enquêtés. Bangui (16 établissements attaqués), l'Ouham (16 établissements) et l'Ouaka (13 établissements) ont été les zones ayant concentré

<sup>13</sup> RESEN (2018, p. 53).

<sup>14</sup> Cluster Éducation. 2013. « Un retour en arrière : impact de la crise sur l'éducation en RCA depuis décembre 2012 ». Septembre. Ce Cluster Éducation rassemble des ONG, des agences des Nations Unies, et d'autres partenaires dans le but commun d'assurer une éducation prévisible, bien coordonnée et équitable pour les populations touchées par les crises humanitaires.

<sup>15</sup> Cluster Éducation. 2014. « Un saut dans l'inconnu : état de l'éducation en RCA, évaluation à distance ». Février.

le plus grand nombre d'attaques, essentiellement des pillages et l'occupation par les groupes armés. Enfin, en avril 2015, sur les 328 écoles enquêtées par le Cluster<sup>16</sup> Éducation, 128 avaient subi une attaque (soit 38%), en augmentation par rapport aux années antérieures. Ici également, le pillage des infrastructures a constitué l'attaque la plus fréquente. En effet, selon les enquêtes de Cluster Éducation, environ 70% des écoles évaluées ont été pillées, soit par la population civile, soit par les groupes armés et 22% ont été occupées par ces derniers.

À l'instar des établissements scolaires, l'administration (centrale et déconcentrée) a également subi les contrecoups de la crise. Au niveau de la capitale par exemple, au moment de l'attaque de Bangui par la Séléka, l'INRAP<sup>17</sup>, la Direction générale des statistiques et de la planification (DGSP), ainsi que l'entrepôt du ministère (fournitures, mobiliers) ont été pillés. Au niveau déconcentré, les infrastructures administratives ont été également dégradées, voire pillées, à la suite d'occupation par les populations ou par les groupes armés. De plus, des responsables administratifs au niveau déconcentré ont subi des sévices ayant entraîné la mort dans certains cas.

### **1.3 Organisation et structure actuelle du système éducatif centrafricain**

Héritage de la colonisation française, le système éducatif centrafricain fonctionne sur la base d'une seule langue officielle d'enseignement, le français. Le Sango, langue nationale, a été instituée seconde langue officielle par la loi N° 97.014 du 10 Décembre 1997, portant orientation de l'Éducation en République Centrafricaine<sup>18</sup>. Le système comprend deux secteurs, public et privé, notamment le privé laïc, le privé confessionnel catholique, le privé confessionnel protestant et enfin le privé confessionnel musulman. Les modalités de création et de fonctionnement des établissements d'enseignement et de formation sont déterminées par les Ministères en charge de l'Enseignement Primaire, Secondaire, Technique et de l'Alphabétisation ainsi que celui de l'Enseignement Supérieur (Figure 2, page 25).

L'Etat centrafricain apparaît comme la principale institution organisatrice du système éducatif. Par ses orientations et ses décisions, il influence l'offre et la demande d'éducation plus que tout autre agent ou institution.

De manière globale, la structure du système éducatif centrafricain qui concerne à la fois le secteur public comme celui du privé (Figure 2), s'organise en quatre ordres d'enseignement : l'enseignement pré-primaire, l'enseignement primaire (Fondamental 1), l'enseignement secondaire général, technique et professionnel (Fondamental 2) et l'enseignement supérieur ainsi que l'alphabétisation et l'éducation non formelle. L'enseignement supérieur est dispensé dans l'unique Université de Bangui ainsi que dans les établissements (Instituts universitaires

<sup>16</sup> Cluster Éducation. 2015. « Enquête sur l'état de l'éducation en RCA ». Avril.

<sup>17</sup> Institut National de Recherches et d'Animation Pédagogique

<sup>18</sup> Plan sectoriel de l'éducation 2020-2029 de la République centrafricaine, 2020, p.56

privés, écoles de formation, ...) qui ont signé des conventions avec elle. Quant à l'enseignement pré-primaire, il est le premier niveau scolaire et dure deux ans. L'enseignement primaire est le deuxième niveau scolaire et dure six ans. Ce cycle est suivi de l'enseignement secondaire qui dure quatre ans au collège : sixième (11 - 12 ans), cinquième (12 - 13 ans), quatrième (13 - 14 ans) et troisième (14 - 15 ans), puis trois ans au lycée seconde (15 - 16 ans), première (16 - 17 ans) et Terminale (général et technique) (17 - 18 ans). La formation technique et professionnelle se fait sur deux ou trois ans. Enfin, la formation au supérieur couvre une période de deux à huit ans.

L'enseignement primaire est sanctionné par le certificat d'étude du fondamental 1 (CEF1), celui du secondaire notamment le collège par le brevet des collèges (BC) et le lycée par le baccalauréat. L'accès à l'enseignement supérieur est libre pour les titulaires du baccalauréat (toutes les séries confondues) et l'accès aux écoles de formation de la fonction publique (ainsi qu'à certains établissements privés) est subordonné à la réussite à un concours. S'agissant de la formation professionnelle, elle n'est pas suffisamment organisée actuellement. Une méthodologie approfondie est d'ores et déjà engagée par l'ACFPE<sup>19</sup> pour permettre à ce sous-secteur de disposer d'un véritable mécanisme d'information, de coordination, de régulation et de conseil d'une part et d'autre part, d'un système fiable et efficace d'encadrement, d'appui et de suivi des ressources humaines dont le pays a besoin pour promouvoir l'emploi (dépendant ou indépendant) et ainsi développer son système de production des richesses.

Dans tous les cas, et dans la suite de notre travail, nous ne nous intéressons qu'à l'enseignement secondaire, et plus précisément au collège.

---

<sup>19</sup> Agence Centrafricaine de Formation Professionnelle en Entreprise

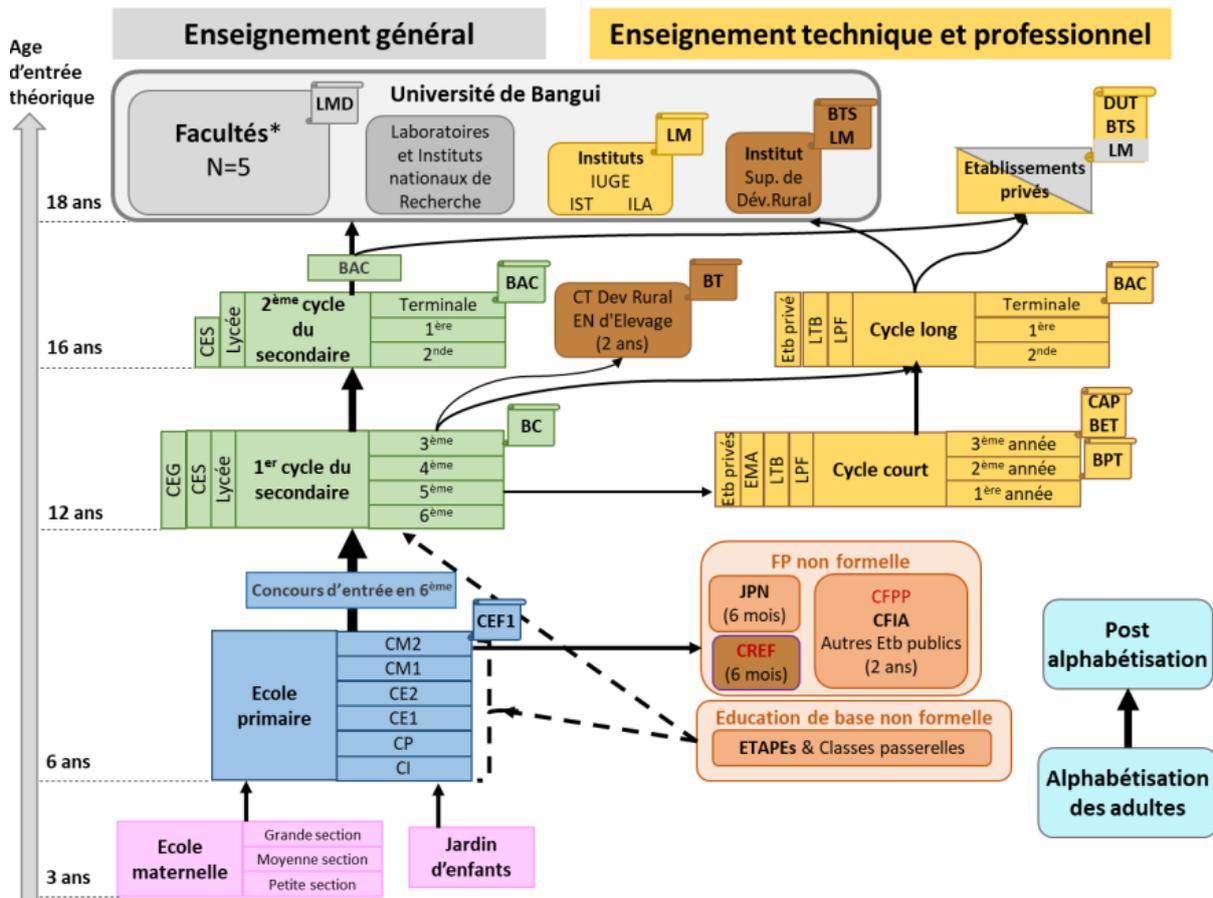


Figure 2 : Organisation du système éducatif centrafricain, (PSE<sup>20</sup>, 2020, p. 58)

**Légende**

**Facultés de l'Université de Bangui**

- FLSH** : Lettres et sciences humaines ;
- FDSE** : Droit, sciences juridiques et politiques ;
- FSEG** : Sciences économiques et de gestion ;
- FASS** : Sciences de la santé ;
- FS** : Sciences.

**Diplômes**

- LMD** : Licence, Master, Doctorat ;
- BTS** : Brevet de technicien supérieur ;
- DUT** : Diplôme universitaire technologique ;
- BT** : Brevet de technicien ;
- BAC** : Baccalauréat ;
- CAP** : Certificat d'aptitude professionnelle ;
- BET** : Brevet d'étude technique ;
- BPT** : Brevet professionnel technique ;
- CEF1** : Certificat d'étude du fondamental 1 ;
- BC** : Brevet des collèges.

**Etablissements**

- CGE** : Collège d'enseignement général ;
- CES** : Collège d'enseignement secondaire ;
- CFIA** : Centre de formation d'insertion et d'apprentissage ;
- CFPP** : Centre de formation pratique et professionnelle ;
- CREF** : Centre ruraux d'éducation et de formation ;
- CTDR** : Collège technique de développement rural ;
- EMA** : Ecole des métiers d'art ;
- ENE** : Ecole nationale d'élevage ;
- FP** : formation professionnelle ;
- ILA** : Institut de linguistique appliquée ;
- IST** : Institut supérieur de technologie ;
- ENS** : Ecole normale supérieure ;
- IUGE** : Institut universitaire de gestion des entreprises ;
- JPN** : Centre des jeunes pionnières nationales ;
- LPF** : Lycée professionnel féminin ;
- LTB** : Lycée technique de Bangui.

<sup>20</sup> Plan sectoriel de l'éducation

## 1.4 Système de formation des enseignants centrafricains

### 1.4.1 La formation initiale

L'École Normale Supérieure (ENS) de l'Université de Bangui assure le recrutement et la formation des élèves titulaires d'un baccalauréat des séries scientifiques et littéraires ayant réussi au concours d'obtention de la licence d'aptitude au professorat du premier cycle (LAPPC) et du master d'aptitude au professorat de l'enseignement secondaire (MAPES), dans les disciplines scientifiques et littéraires sauf pour le cas de l'éducation physique et sportive<sup>21</sup> (EPS). C'est à travers des cours de psychopédagogie et de didactique et des stages pratiques d'enseignement, organisés dans les établissements d'enseignement secondaires, que les enseignants sont préparés pour mener la tâche d'enseignement. La formation se déroule en deux volets :

- Un volet théorique permettant au futur enseignant de bénéficier des connaissances de bases en relation avec :
  - le système éducatif centrafricain ;
  - la communication pédagogique et didactique ;
  - les approches pédagogiques et didactiques ;
  - l'évaluation du travail de l'élève ;
  - la scénarisation des séquences d'enseignement/apprentissage ; ...
- Un volet pratique pendant lequel les formés poursuivent un stage pratique, dirigé par un jury composé d'enseignants de l'ENS, dans les établissements secondaires publics.

Dans la plupart des établissements, la moitié (49% en 2018-2019) des enseignants du cycle secondaire sont des enseignants vacataires<sup>22</sup> qui, pour la plupart, n'ont pas reçu de formation pour enseigner : ce sont souvent des fonctionnaires qui dispensent des heures de cours en complément de leur activité principale ou des (anciens) étudiants (Tableau 2)<sup>23</sup>. Hors de Bangui, deux tiers des enseignants du cycle secondaire étaient des vacataires en 2018-2019, tandis qu'ils n'étaient que 31% à Bangui. L'objectif de la disparition des enseignants vacataires, qui avait été fixé lors des précédentes stratégies gouvernementales, n'a pas pu être atteint<sup>24</sup>. Au contraire, les proportions de cette catégorie d'enseignants au sein des cycles secondaires se sont accrues en raison de la demande croissante d'éducation, des capacités de formation des enseignants limitées, et de l'impact des conflits qui ont affecté le pays depuis

---

<sup>21</sup> Les enseignants d'EPS sont recrutés au niveau du baccalauréat et formés en deux ans à l'Institut National de la Jeunesse et des Sports (INJS).

<sup>22</sup> Le contrat des enseignants vacataires correspond à environ 15 heures de cours par semaine pendant neuf mois (30 000 FCFA, soit 46 € par mois), payées en une seule fois en fin d'année scolaire.

<sup>23</sup> Certains sont des diplômés de l'ENS en attente d'intégration.

<sup>24</sup> Un objectif de la SNSE de 2008 était de « faire disparaître les enseignants vacataires d'ici 2010 » (p.38).

2013. La stratégie proposée dans ce PSE est donc plus pragmatique et réaliste : le remplacement des enseignants vacataires ne pourra se faire que progressivement, sur toute la décennie du PSE et sans doute au-delà, et en partie grâce à leur formation et leur intégration/contractualisation au sein du système formel.

	2015-2016		2016-2017		2017-2018		2018-2019	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Professeur de lycée	885	29%	977	25%	1 045	25%	1 279	27%
Professeur de collège	658	21%	768	20%	836	20%	797	17%
Professeur EPS	135	4%	164	4%	173	4%	194	4%
Instit. collège/autre	207	7%	162	4%	203	5%	174	4%
Vacataire	1 197	39%	1 781	46%	1 963	47%	2 372	49%
<b>Total</b>	<b>3 082</b>	<b>100%</b>	<b>3 852</b>	<b>100%</b>	<b>4 220</b>	<b>100%</b>	<b>4 816</b>	<b>100%</b>

**Tableau 2 :** Composition du corps enseignant du cycle secondaire (Plan sectoriel de l'éducation, 2020)

- *La pénurie d'enseignants qualifiés :*

« La pénurie d'enseignants qualifiés est la plus grande des difficultés que doit affronter le système éducatif centrafricain. »<sup>25</sup>. L'évolution du corps enseignant est une question centrale de ce PSE : les enseignants sont en nombre très insuffisant et la grande majorité des enseignants en-dehors de Bangui ne sont pas pris en charge par l'État et ne sont pas qualifiés. Les ratios élèves/enseignant dans le secteur public étaient en 2018-2019 de 54 dans le cycle secondaire.

- *Capacités de formation et diversification des recrutements des enseignants :*

L'évolution de la composition du corps enseignant dépend prioritairement de l'évolution des capacités de formation. Or, les capacités d'accueil à l'ENS de Bangui et les ressources humaines (formateurs) ne sont pas suffisantes pour pouvoir former les cohortes d'enseignants nécessaires à la stratégie d'accroissement des effectifs et de réduction des ratios élèves/enseignant.

#### **1.4.2 La formation continue**

La formation continue des enseignants est inscrite dans le plan sectoriel de l'éducation (2000). Dans ce document, il est clairement dit que les enseignants doivent participer, tout au long de leur carrière professionnelle, à la formation continue. Celle-ci est assurée dans les centres pédagogiques régionaux (CPR) et l'institut national de recherche et d'animation pédagogique (INRAP) destinés à la formation des formateurs (inspecteurs pédagogiques, conseiller pédagogiques, ...) et à l'élaboration des dispositifs de formations exploités par la suite dans la formation continue du cadre enseignant. Ces centres accueillent également les enseignants titulaires des disciplines chaque année, afin de poursuivre la formation en deux programmes :

<sup>25</sup> Plan de transition 2014-2017 (p. 17).

- Les ateliers de renforcement de capacités en matière qui couvre l'ensemble des disciplines enseignées. Les thèmes qui sont souvent abordés dans ces ateliers ont des relations avec les aspects scientifiques, pédagogiques et didactiques ;
- Les sessions de formation, spécifiques à chaque discipline donnée. Au cours de ces sessions, les formateurs prennent en considération les besoins d'effectifs des enseignants de manière à ce que cette formation permette le développement des compétences professionnelles.

### ***1.4.3 La formation initiale des enseignants de sciences physiques***

Les finalités du système éducatif centrafricain découlent d'un choix dicté par un ensemble de facteurs propres au pays, mais n'excluant pas les valeurs universelles. En conséquence de ce choix en partie, les enseignants de sciences ont pour mission « d'inculquer aux élèves les valeurs éthiques et morales propres et à promouvoir les connaissances scientifiques et techniques »<sup>26</sup>. Sur l'ensemble du territoire centrafricain, il existe trois catégories d'enseignants de sciences physiques. Premièrement, ce sont des enseignants permanents, c'est-à-dire ceux qui sont recrutés et intégrés dans la fonction publique. Ces enseignants ont reçu une formation initiale en sciences physiques et la formation au métier de l'enseignement sanctionnée par un CAPPIC pour les uns et un CAPES pour les autres (Formation initiale) à l'école normale supérieure de l'université de Bangui. Ces titulaires ont un salaire de 90.000 FCFA (soit 137,5€/mois) pour ceux qui ont un CAPPIC et 100.000 FCFA (soit 152,5€/mois) pour ceux qui ont un CAPES. Deuxièmement, ce sont des enseignants qualifiés et vacataires. Ces enseignants sont des ressortissants de l'ENS et en instance d'intégration dans la fonction publique. Mais la grande majorité des enseignants de sciences physiques font partie de la troisième catégorie. Très nombreux et payés (30.000 FCFA, soit 45€/mois et pendant 9 mois), ce sont des ressortissants de la faculté des sciences. Ils n'ont pas suivi une formation au métier de l'enseignement et ils abandonnent toujours par la suite, dès qu'une autre occasion leur est plus favorable. Parmi les trois catégories d'enseignants, seuls les enseignants permanents sont suivis et évalués par l'inspecteur de sciences physiques. Cependant, il peut prendre parfois en charge les enseignants vacataires sur la demande de ceux-ci.

La formation des enseignants est considérée comme un facteur clé pour atteindre les objectifs éducatifs (Boilevin, 2013). En Centrafrique, les enseignants de sciences physiques sont, comme dans d'autres pays, confrontés à différentes contraintes au cours de leur vie professionnelle, entre autres le problème des formations continues. Le rapport RESEN (2018) montre que certaines formations ne répondent pas aux attentes réelles et aux exigences de l'enseignant et propose que ces formations doivent satisfaire les besoins spécifiques des

---

<sup>26</sup> Rapport d'État sur le Système Éducatif National, 2018

enseignants surtout la mise en œuvre expérimentale dans leurs pratiques enseignantes. Si bien que les jeunes enseignants sortants de l'École Normale Supérieure (ENS) de Bangui éprouvent des difficultés non seulement d'ordre matériel mais aussi épistémologique pour mener leurs activités selon les normes requises et répondant aux attentes institutionnelles. La situation des matériels ainsi que les structures d'accueil ne sont pas des plus reluisantes. En effet, la réalité est que la grande majorité des établissements d'enseignement secondaire sont très peu ou pas du tout dotés des matériels expérimentaux nécessaires à la pratique des sciences physiques. Et pourtant l'institution n'est pas sans connaître les implications d'une telle situation. L'absence de ces matériels didactiques constitue un obstacle majeur qui, à terme, risque d'empêcher l'installation des compétences attendues chez les élèves. Dans un système d'enseignement des sciences physiques avec une corporation d'enseignants au niveau social et intellectuel disparate, ne disposant pas de conditions matérielles à minima, il semble certain que nous sommes très loin des dispositions institutionnelles porteuses d'un enseignement de qualité au profit des élèves.

Dans ces conditions il importe de questionner la mise en œuvre des savoirs scientifiques qui peut être réellement proposées par les enseignants à leurs élèves.

#### ***1.4.4 La formation continue des enseignants de sciences physiques***

A l'échelle nationale et internationale, la formation continue des enseignants est considérée comme un facteur clé pour l'amélioration du service éducatif (Le Pailleur, 1996 cité par Chekour, 2021). Cependant, dans le domaine du numérique, les attentes des enseignants et enseignés centrafricains sont considérables. C'est pourquoi, il est nécessaire de promouvoir les formations continues en faveur de ces enseignants afin d'améliorer leurs compétences professionnelles (Chekour, 2021). Les enseignants de sciences physiques, comme ceux d'autres disciplines, se confrontent à des difficultés dans leur exercice du métier. Toutefois, le manque de formations continues de ces enseignants est démontré dans le plan sectoriel de l'éducation (PSE, 2020). Les formations continues des enseignants de sciences physiques se font le plus souvent à la carte, selon le besoin de chaque enseignant, tout en prenant en considération les constats faits par l'inspecteur de sciences physiques lors des visites de classes. Dans la plupart des cas, ces formations s'orientent sur la pratique enseignante en tenant compte des actions pendant lesquelles les enseignants se trouvent en difficulté (manque de matériels et effectifs écrasant des élèves), préparent des scénarios pédagogiques basés sur l'expérimentation en relation avec le contenu du programme, ... Mais souvent ces formations ne répondent pas aux attentes réelles et aux exigences du métier (Chekour, 2021). Les formations continues doivent satisfaire les besoins spécifiques des enseignants surtout en matière de l'intégration des technologies éducatives dans leurs pratiques enseignantes (par

exemple, les techniques d'information et de communication, TIC). Comme le souligne Coulibaly (2009), les TIC peuvent apporter une contribution en termes d'amélioration de la qualité des formations de ces enseignants par des modes d'enseignement plus actif, plus interactif et plus attractif que les modes traditionnels.

### 1.5 Coûts et financement du secteur éducatif centrafricain

Dans cette partie, nous nous intéressons attentivement à la question des coûts et du financement du secteur éducatif centrafricain. Certes, nous sommes loin des aspects didactiques mais nous pensons que cette partie présente un intérêt particulier dans notre travail de thèse. Dans cette recherche, il s'agit de toucher une problématique liée à la pratique expérimentale qui nécessite des matériels mis à disposition facilitant les pratiques enseignantes. Ces matériels sont fournis par l'Etat, la seule institution qui a la responsabilité première de mobiliser et d'allouer les ressources financières nécessaires à la mise en place d'un système d'enseignement adéquat, accessible et de qualité. Il est question ici d'avoir l'idée générale sur comment se répartit le financement du secteur éducatif et le fond alloué pour les matériels didactiques.

Ci-après sont présentées : les dépenses totales d'éducation financées sur ressources propres<sup>27</sup> (Tableau 3), puis les dépenses totales d'éducation financées sur ressources propres et sur ressources extérieures (Tableau 4). Les ressources propres comprennent les recettes fiscales et les recettes non fiscales, auxquelles s'ajoutent les montants des appuis budgétaires.

	— 2018 —		— 2019 —	
	Montant (millions FCFA)	% dépenses éducation	Montant (millions FCFA)	% dépenses éducation
Précolaire	33	0,2%	36	0,2%
Primaire	8 972	43,9%	10 622	47,6%
Secondaire hors ETP	2 948	14,4%	3 883	17,4%
Secondaire ETP	49	0,6%	115	0,5%
ESR	8 447	41,3%	7 662	34,3%
<b>Total</b>	<b>20 450</b>	<b>100%</b>	<b>22 319</b>	<b>100%</b>

Source: Calculs basés sur les données du Ministère des Finances et du Budget (2020)

Note : Les dépenses du préscolaire incluent les dépenses financés au travers du MPFFPE

**Tableau 3** : Répartition par cycle d'enseignement des dépenses de l'éducation sur ressources propres, 2018 et 2019

Pour les années 2018 et 2019, en moyenne, 16% du budget de l'éducation exécuté a été alloué au cycle secondaire général, voire marginales (0,5% pour l'enseignement secondaire technique et la formation professionnelle). La prise en compte des dépenses d'éducation

<sup>27</sup> Les ressources propres comprennent les recettes fiscales et les recettes non fiscales auxquelles s'ajoutent les montants des appuis budgétaires.

provenant des projets des PTF (ressources extérieures) ne modifie guère la répartition des dépenses d'éducation par sous-secteurs. Comme les dépenses des PTF sont concentrées sur le cycle primaire et, dans une moindre mesure, le cycle secondaire (général et technique)<sup>28</sup>, alors la part du cycle primaire est un peu accrue et s'approche de 50% ; celle de l'enseignement secondaire général atteint 17% (en moyenne sur 2018 et 2019), tandis que la part de l'ESR est réduite mais reste très élevée (un tiers en moyenne).

	— 2018 —		— 2019 —	
	Montant (millions FCFA)	% dépenses éducation	Montant (millions FCFA)	% dépenses éducation
Préscolaire	37	0,2%	39	0,2%
Primaire	11 315	48,0%	12 308	49,9%
Secondaire hors ETP	3 718	15,8%	4 500	18,3%
Secondaire ETP	62	0,7%	133	0,5%
ESR	8 447	35,8%	7 662	31,1%
<b>Total</b>	<b>23 579</b>	<b>100%</b>	<b>24 642</b>	<b>100%</b>

Source: Calculs basés sur les données du Ministère des Finances et du Budget (2020)

Note : Les dépenses du préscolaire incluent les dépenses financés au travers du MPFFPE

**Tableau 4** : Répartition par cycle d'enseignement des dépenses totales de l'éducation (y compris sur ressources extérieures), 2018 et 2019

Les tableaux 3 et 4 ne précisent pas clairement ou n'apportent pas de précision sur le coût et le financement des équipements scolaires tels que les matériels expérimentaux, la construction et entretiens des laboratoires dans les établissements scientifiques. En définissant l'éducation scientifique comme une entreprise nationale et un véritable service public, un plan particulier de financement des infrastructures scolaires devra être élaboré. Le financement de l'éducation scientifique constitue un investissement et non une dépense, parce qu'elle contribue au développement scientifique et économique du pays. La technologie avancée requiert une main-d'œuvre qualifiée ; le progrès économique dépend directement du développement des connaissances scientifiques, de l'innovation technologique et de l'adaptation technique ; tout cela rend indispensable un rehaussement du niveau de formation scientifiques des élèves.

## 1.6 Conclusion

Le chapitre 1 visait la présentation du système éducatif centrafricain en proposant en particulier l'état des lieux de l'enseignement de la physique. Il ressort de cette partie que les difficultés inhérentes à l'enseignement en général et celui de la science physique<sup>29</sup> en particulier en Centrafrique semble provenir non seulement des conséquences des crises

<sup>28</sup> Les projets financés par l'UNICEF, la Banque mondiale, le Partenariat Mondial pour l'Education et l'Union Européenne sont principalement axés sur le cycle primaire. L'AFD, l'Ambassade de France et la BAD financent principalement le secondaire technique.

<sup>29</sup> En Centrafrique, on utilise le pluriel Sciences Physiques pour désigner Physique – Chimie et Science Physique pour désigner la Physique. Dans notre travail, nous utilisons science physique pour désigner tout simplement la physique.

politico-militaires mais aussi du système de gestion des structures éducatives. Pour étudier les difficultés liées à l'enseignement de la physique et à la formation des enseignants de cette discipline, il est nécessaire de tenir compte de l'enjeu que cela représente. L'enseignement de la science physique vise à développer et à enrichir la culture scientifique du pays par des procédés d'adaptation. Ainsi, les activités de l'Etat sont destinées à identifier les besoins nécessaires afin de l'orienter dans le sens des objectifs définis. En Centrafrique, l'enseignement de la physique a pour objectif de faire en sorte que les enseignants puissent amener tous les élèves, malgré leur grand nombre, à participer aux activités expérimentales à travers une organisation de la classe avec des techniques appropriées. Cependant, beaucoup de recherches sur les activités expérimentales dans l'enseignement de la physique ont été menées par des didacticiens des sciences, des épistémologues et des physiciens mais moins développées dans la gestion des classes à effectif pléthorique. Dans la suite de cette recherche, nous analysons comment les enseignants centrafricains de sciences physiques mettent en place leur projet d'enseignement sur l'intensité du courant et sa mesure dans des conditions inadaptées (manque de matériels didactiques et effectif pléthorique des élèves). Avant d'en arriver là, nous passons en revue les recherches qui ont été faites sur la notion de l'électricité en général et de l'intensité du courant en particulier et son enseignement, vue par les épistémologues d'une part et les didacticiens d'autre part.

## **CHAPITRE 2**

### **BREVE HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DE L'ELECTRICITE**

## **Plan du chapitre 2**

### **Introduction**

#### **2.1 Différentes façons de penser la physique**

2.1.1 Evolution historique du dogme à l'hypothèse

2.1.2 Que font vraiment les physiciens ?

#### **2.2 Le modèle**

2.2.1 Définitions du concept

2.2.2 Relation du modèle avec la réalité empirique et la théorie

2.2.3 Expérimentation, théories et instruments

2.2.4 Le modèle après la théorie

2.2.5 Le modèle avant la théorie

2.2.6 Synthèse

#### **2.3 Aperçue sur l'évolution historique du savoir en électricité**

2.3.1 De l'Antiquité au XVII<sup>e</sup> siècle : des découvertes par expérimentation

2.3.2 Les premières théories sur l'électricité issues des expériences

#### **2.4 La transposition didactique**

2.4.1 Définition et nécessité d'une transposition

2.4.2 Transposition didactique et enseignement de l'électricité

#### **2.5 Conclusion**

## **Introduction**

Dans ce deuxième chapitre, nous interrogeons l'histoire de la physique pour présenter l'évolution historique de la découverte de l'électricité. Cependant, cette présentation n'est pas sous forme d'une chronologie. Nous avons en effet préféré présenter les différentes phases de cette évolution à travers les techniques, les découvertes et les expériences qui ont conduit à l'élaboration de certaines théories relatives à ce domaine. Cela nous permet d'évoquer et de discuter tout d'abord des théories, des modèles, des concepts et des registres empiriques et théoriques à partir des idées des épistémologues. Nous y évoquerons en outre la notion de modèle qu'utilisent les élèves à propos de l'électricité et tenterons de voir comment ce savoir subit des modifications avant son introduction dans le système didactique ; nous parlerons plus précisément de la « transposition didactique » externe.

### **2.1 Différentes façons de penser la physique**

#### ***2.1.1 Evolution historique du dogme à l'hypothèse***

Depuis des années, de nombreux travaux de recherche en épistémologie et philosophie ont été menés sur le passage du dogme à l'hypothèse. Nous pouvons rappeler premièrement la philosophie des paradigmes développée par Kuhn (1991). L'auteur dans son ouvrage intitulé « la structure des révolutions scientifiques » aborde le passage d'une théorie physique à une autre. Il y fait ressortir l'idée selon laquelle tout ce qui caractérise une théorie est dans le monde des idées essentielles, voire rationnelles. Pour lui, tant que ces idées ne sont pas remises en question, elles font le succès d'une théorie. Pour appuyer cette idée, on peut prendre comme exemple l'idée du déplacement des électrons lorsqu'il s'agit de définir les concepts de courant, de circuit électrique, etc. Tant que l'ensemble de ces idées (le paradigme) émises dans l'exemple n'aura jamais subi de contestation radicale ou de remise en cause, on parlera d'une théorie à ce niveau. Cependant, s'il subit une remise en question, autrement dit si le paradigme se trouve radicalement remis en question, on parlera d'une autre théorie qui possède l'ensemble des idées différentes. Le point de vue de Kuhn met ainsi en évidence ce qui est essentiel dans une théorie de science physique. Il apporte une contribution dans la mesure où elle rend mieux compte des philosophies inductives ou déductives développées dans les sciences au début du 20<sup>ème</sup> siècle.

A l'idée d'une science œuvre de découverte à la recherche de la vérité, se substitue l'idée d'une science œuvre d'invention. Pour Rosmorduc (1985) cité par Rouffiac-Missonnier, M.-F. (2002, p. 50), « la tâche de la science, commencée depuis des millénaires de plus en plus adéquates du monde qui nous entoure et auquel nous appartenons, pour le comprendre d'abord, puis pour passer de la compréhension à la prévision et ensuite à l'action ».

Les résultats de l'analyse de Audigier et Fillon (1992) montrent que la science est considérée comme une vérité détenue par les savants. Elle n'est pas susceptible d'être remise en cause et mène à une confusion entre les modèles construits par les savants, afin d'expliquer et de prévoir les phénomènes physiques, et cette même réalité.

Pour Dumas-Carré et Goffard (1997) cité par Rouffiac-Missonnier (2002, p. 50), « La manière de penser la physique... est la suivante : il s'agit d'un corpus de connaissances établies, reconnues, inquestionnables. Les modèles... sont le plus souvent considérés non comme des modèles mais comme la réalité, la vérité... Les concepts sont présentés comme s'ils avaient toujours existé ». Cette idée de la science qui nous apprendrait la « vérité » se trouve alliée à l'absence de distance entre la réalité et sa représentation par notre cerveau à l'aide des concepts.

Popper (1973) cité par Rouffiac-Missonnier (2002, p. 51) précise que ces constructions de l'esprit humain conservent toujours un caractère hypothétique et révisable « les théories scientifiques, si elles ne sont pas falsifiées, restent toujours des hypothèses ou des conjectures ». Il ajoute que, si les résultats d'une expérience ont été prédits par une théorie cela ne dit rien au sujet de la « vérité » de cette théorie ; elle permet juste de tenir cette théorie pour non réfutée. Par contre, si les résultats expérimentaux diffèrent, ils doivent conduire à préciser le domaine de la validité de la théorie : « la science ne dit pas le vrai ; elle sait ce qui est faux » (Johsua et Dupin, 1993).

Au 19<sup>e</sup> siècle, les physiciens croyaient encore, avec quelque raison, « à l'idée d'un progrès scientifique continu. Depuis la Renaissance les principes fondamentaux avaient été petit à petit établis. Le travail des savants consistait à les compléter, les étoffer, les illustrer, ... au dogmatisme néo-aristotélicien avait succédé un dogmatisme scientiste. » Rosmorduc (1985, p. 155).

Au sens du positivisme scientifique, on pourrait dire que le monde est divisé en deux parties. Il y a la réalité empirique et le monde en soi (autrement dit, le réel). La réalité empirique est caractérisée par l'expérience, par contre, le monde en soi est conçu par la pensée. Par observation ou expérimentation, on pourra dire que la science au travers des faits est caractérisée par une réalité empirique.

Mais, dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle plusieurs observations ou expériences ont remis en cause le paradigme newtonien d'espace et de temps absolu... que la théorie de la relativité d'Einstein permettra, en changeant de paradigme, d'interpréter. Aussi aujourd'hui est-il communément admis, qu' : « il n'y a pas de vérité absolue... pour tous les phénomènes naturels, les principes

desquels nous parlons, de même que les conclusions auxquelles nous arriverons, ne représentent que des vérités relatives ». (Rosmorduc, 1985, p. 43).

La physique dispose de langage bien naturel, des formules mathématiques et des représentations sémiotiques mais la seule maîtrise de ces langages ne permet pas l'action sur le monde (Goffard et Larcher, 2004). Elle articule des théories, des lois et des concepts. Mais ce n'est pas un simple arrangement de mots, d'une construction de propositions qui leur confère leur valeur, c'est leur relation en référence qui leur donne sens. La physique est une matière pour apprendre à comprendre le monde qui nous entoure. En effet, si elle est fondée sur l'observation de phénomènes souvent facilement accessibles, elle explique ces mêmes phénomènes souvent d'une façon totalement contre-intuitive. Elle propose une interprétation des phénomènes naturels et/ou artificiels (Saadi, 2005). Elle rend compte de manière rationnelle et logique de ces phénomènes ou tout au moins de modèles résumés, simplifiés de ceux-ci. Ces modèles n'ont de valeur que par les relations qu'ils ont avec la réalité ; réalité plus ou moins complexe dans la vie courante.

Bernard (2003, p. 20) dans son ouvrage intitulé « introduction à l'étude de la médecine expérimentale » soutient que « l'expérience est toujours acquise en vertu d'un raisonnement précis établi sur une idée qu'a fait naître l'observation et que contrôle l'expérience ». A cela, il conclut que :

« Nous donnerons au mot expérience, [...], le même sens général qu'il conserve partout. Le savant s'instruit chaque jour par l'expérience ; par elle il corrige incessamment ses idées scientifiques, ses théories, les rectifie pour les mettre en harmonie avec un nombre de faits de plus en plus grand, et pour approcher de plus en plus de la vérité. On peut s'instruire, c'est-à-dire acquérir de l'expérience sur ce qui nous entoure, de deux manières, empiriquement et expérimentalement ». (*Ibid.*, p. 20)

Ainsi, les activités expérimentales peuvent permettre aux élèves de sortir du registre symbolique, de confronter les modèles de la physique à la réalité des phénomènes. L'évolution de la connaissance scientifique, depuis trois mille ans, s'est faite de façon assez progressive par approximations successives mais aussi en passant par des révolutions de conceptions considérables. Sa lente construction a nécessité de mettre au point des démarches, des méthodes, des techniques comme les faits et les phénomènes (Thuiller, 1988).

Bachelard (2004) considère l'expérience comme « non aléatoire », c'est-à-dire sous forme d'une démarche expérimentale, qui permet de mettre en rapport la théorie et les faits. Et cela doit être fait d'une manière explicite, reproductible et constatable par toute la communauté scientifique.

### ***2.1.2 Que font vraiment les physiciens ?***

Parler de ce que font réellement les physiciens nous renvoie à analyser le rôle de ces derniers : leur projet de recherche, les hypothèses et interprétations qui découlent de ses expérimentations, la gestion et la maintenance du matériel ainsi que leur étroite collaboration avec les autres chercheurs. Il s'agit de voir comment ces physiciens pensent sur les mécanismes simples, élémentaires, et analysent le monde. Ceci ne signifie pas absolument que la physique n'est qu'une construction de l'esprit. Ce qui est important pour nous est son lien avec le réel. De plus, connaître les présupposés de la physique, leurs avantages mais aussi leurs limites, présente une grande importance pour son enseignement, ainsi que pour ses rapports avec l'apprentissage.

Habituellement, nous considérerons les physiciens comme ceux qui ont découvert le monde. Ils sont en perpétuelle recherche des lois fondamentales de la physique (Chalmers, 1990). Ces physiciens sont censés observer objectivement le monde qui les entoure et en déduire les lois qui le gouvernent.

Prenons par exemple les travaux de Krieger (1992) sur « Doing Physics » qui montrent la manière avec laquelle les physiciens s'y prennent pour analyser le monde. Les résultats mettent en avant l'existence de deux méthodes employées par les physiciens : d'une part, celle du type théoricien qui se rattache au monde des idées, et essaye de chercher à l'appliquer au monde réel et, d'autre part, celle du type expérimental, qui se rattache au monde réel. Cette démarche expérimentale permet à l'enseignant de mettre en évidence qu'il existe plusieurs représentations parmi les élèves, et que ces différents modèles spontanés sont suffisants pour expliquer les faits expérimentaux. D'où le rôle des modèles dans la représentation de la physique.

## **2.2 Le modèle**

### ***2.2.1 Définitions du concept***

Le terme modèle est très employé dans de nombreux travaux de recherches mais son sens varie selon les disciplines et les auteurs. En didactique, le mot modèle est porteur de différentes significations. Comme le souligne Orange (1997), il s'agit d'un concept polysémique. Cependant, « Espérer trouver une définition unique est sans doute chimérique, mais en rester au constat de l'usage « éclaté » du terme de modèle n'est pas satisfaisant » (Drouin, 1988, p. 2). D'où l'importance d'en dégager une signification. Le modèle est diversifié en raison des multiples phénomènes qu'il peut expliquer et de la diversité des modes de représentation (le matériel concret, le langage écrit, les symboles mathématiques, les gestes, etc.) pouvant être utilisés pour le représenter (Robardet et Guillaud, 1997). Le

modèle entretient le lien entre le référent empirique et le référent théorique, puisqu'avoir des propos généraux sur l'activité expérimentale dans la science physique renvoie à une posture épistémologique, scientifique et didactique. Le référent empirique tente de réévaluer l'importance des expériences, de la situation et des instruments utilisés dans la production de modèles. Par contre, le référent théorique partage avec les modèles, les propriétés d'interprétation et de prévision. Mais à la différence de ces derniers, les modèles ne rendent comptes que d'une tranche de la réalité empirique.

Concernant les fonctions d'un modèle, Robardet et Guillaud (1997) avancent que :

« On attend, en effet d'un modèle, non seulement qu'il rende compte de phénomènes, mais encore, et même surtout, qu'il soit capable de nous aider à les prévoir. Sans ce caractère prédictif, un modèle perd beaucoup de son intérêt scientifique. Nous traduisons ces deux fonctions essentielles d'interprétation et de prédiction en disant que le modèle explique les phénomènes » (*Ibid.*, p. 104).

Dans notre contexte, nous emboîtons le pas de Roy et Hasni (2014) pour considérer le modèle comme un objet intermédiaire entre la théorie et le phénomène dont la fonction est de représenter, d'expliquer et de prédire les phénomènes. Ces auteurs ajoutent qu'un modèle peut être assujetti à des révisions. Aussi, c'est ce type de modèle que nous étudierons dans la suite de notre travail. Notre analyse de la documentation scientifique permet de comprendre que beaucoup d'auteurs (Robardet et Guillaud, 1997 ; Bachelard, 1979 ; Martinand, 1994 ; Orange, 1997 ; Tiberghien, 1994,...) situent le modèle dans le champ théorique<sup>30</sup>, c'est-à-dire un objet intermédiaire entre la théorie, qui est structurée à son niveau le plus élevé de paradigmes, de principes et de lois, et le phénomène<sup>31</sup> qui se situe dans le champ empirique et sur lequel le scientifique fait des observations de nature qualitative et quantitative. De plus, Bachelard (1979, p. 8) attire notre attention sur le fait que « le modèle dans son acception la plus abstraite, fonctionne d'une manière ostensive et le modèle, dans son acception la plus concrète de modèle visualisable, laisse transparaître la dominante théorique ».

En résumé, nous pensons, à l'instar de Rouffiac-Missonnier (2002), que le modèle est donc un outil rationnel construit au moyen d'un langage en vue de permettre l'étude d'une réalité empirique parfaitement circonscrite à un ensemble de phénomènes déterminés.

Le principal intérêt d'un modèle explicatif, c'est qu'il constitue un outil d'analyse permettant d'aborder la réalité en la matérialisant sous une forme plus accessible, moins abstraite. Mais

---

<sup>30</sup> « Le champ théorique comprend les concepts constitutifs d'un modèle (et par le fait même, des théories) qui sont généralement reliés ou définis les uns par rapport aux autres par des relations posées axiomatiquement, des principes, des règles, des théorèmes ou des lois » (Roy et Hasni, 2014, p. 368).

<sup>31</sup> « Le champ empirique est constitué de l'ensemble des objets expérimentaux (protocoles, montages, appareils de mesure, etc.), des objets physiques (ex. : cellule, lumière, etc.) et des actions réalisées sur ces objets » (*ibid.* 2014, p. 368).

un modèle n'est pas seulement une concrétisation qui facilite l'explication de la réalité. Il permet aussi de faire des prévisions. Il sera d'autant plus pertinent qu'il pourra fonctionner dans des situations diverses et qu'il autorisera des prédictions avancées.

### ***2.2.2 Relation du modèle avec la réalité empirique et la théorie***

Robardet et Guillaud (1997) définissent la relation qui lie les modèles avec la réalité empirique qu'il est supposé représenter :

« Un modèle est un instrument théorique construit en vue d'interpréter et de prévoir des événements concernant des phénomènes. Un même modèle est généralement capable de rendre compte de plusieurs phénomènes différents. [...]. Les modèles partagent ce caractère essentiel avec les théories, mais à la différence de ces dernières, chacun n'opère que sur une partie plus limitée, plus localisée de la réalité empirique, sur un nombre plus réduit de phénomènes susceptible de se manifester dans un nombre plus faible de situations. A travers l'étude de ces situations, le chercheur s'occupe de la connaissance des phénomènes. Il est ainsi conduit à élaborer un modèle. Il utilise pour cela des langages des systèmes de signes consistant en des figures, des graphiques, des symboles mathématiques ou plus simplement des propositions formées avec des mots. » (Robardet et Guillaud, 1997, p. 97).

Selon Schunk (1996, p. 10) :

« Une théorie est un ensemble de principes scientifiquement acceptables proposés pour expliquer un phénomène. Les théories fournissent des cadres pour l'interprétation des observations environnementales et servent de ponts entre la recherche et l'éducation [...]. Sans théories, les gens pourraient considérer les résultats de la recherche comme des collections désorganisées de données [...] »<sup>32</sup>

Pour leur part, Robardet et Guillaud (1997) définissent la théorie comme un ensemble rationnel et constitué de règles, de principes, de concepts et de lois construites par les scientifiques pour rendre compte de la réalité empirique. Ces auteurs attirent notre attention sur les relations qu'entretiennent ces théories avec les modèles. Pour eux,

« Un modèle se distingue principalement d'une théorie par le caractère localisé de la réalité sensible qu'il permet d'étudier. C'est-à-dire par le nombre ou le caractère limité des phénomènes qu'il explique. Comme les théories, il entretient avec cette réalité des relations dialectiques et non pas hiérarchiques » (*Ibid.*, p. 103)

En résumé, pour rendre compte de la relation qui lie les modèles avec la réalité empirique, les auteurs pensent que les modèles et les théories ont les mêmes propriétés qui sont celles

---

<sup>32</sup> Traduction personnelle

d'interprétation et de prévision. Par contre, ils soulignent la différence qui existe entre ces derniers : les modèles ne rendent compte que d'une tranche de la réalité empirique et peuvent être constitués de figures, de graphiques, de symboles, de mots...

### **2.2.3 Expérimentation, théories et instruments**

Par une mise en perspective de plusieurs travaux portant sur l'expérimentation, les théories et les instruments, Robardet et Guillaud (1997) soulèvent cependant la notion de la *pratique expérimentale*. Pour les auteurs « L'expérimentation consiste à intervenir sur les objets par un système d'actions transformatrices, un ensemble coordonné de procédures qui constitue la *pratique expérimentale* » (*Ibid.*, p. 107). C'est-à-dire que lors d'une situation expérimentale élaborée en vue d'étudier un phénomène, on intervient sur des objets sensibles de natures différentes. On y trouve des objets expérimentaux (par exemple, les montages électriques, les appareils de mesure, etc.). De manière plus globale, Sensevy et al. (2008, p. 432) suggèrent que :

« Certaines pratiques expérimentales approfondies sont entièrement générées par la théorie. Certaines grandes théories naissent d'expériences préthéoriques. Certaines théories languissent par manque de lien avec le monde réel, tandis que certains phénomènes expérimentaux restent inactifs par manque de théorie. Il existe également des familles heureuses, dans lesquelles la théorie et l'expérience venant de directions différentes se rencontrent » (Sensevy et al. 2008, p. 432)<sup>33</sup>.

A côté de ces objets expérimentaux (Robardet et Guillaud, 1997), nous trouvons d'autres objets que nous ne pouvons ni voir ni toucher (par exemple : électrons, lumière, etc.) mais sur lesquels nous intervenons et dont nous pouvons observer les effets. Ces objets expérimentaux sont toutefois constitutifs du phénomène qui est structuré au moyen d'un ensemble de relations que Robardet et Guillaud (1997) qualifient de « relations empiriques ». Ces relations concernent aussi bien les objets expérimentaux sur lesquels on peut agir que les événements qu'on peut identifier au niveau de ce qu'on perçoit. Tout porte à croire que, lors de l'activité expérimentale, les questions qu'on pose et les événements correspondants ne peuvent être formulés ou analysés que dans le cadre conceptuel, à l'aide de modèles et théories admis au moment de l'expérience. Par exemple :

« Pour étudier comment varie l'intensité du courant électrique dans une branche, lorsque lorsqu'on ajoute une résistance en série ou en dérivation sur un montage donné, il faut disposer, pour le moins, des concepts de générateur, de résistance de courant

---

<sup>33</sup> Traduction personnelle

électrique, d'intensité, de branche de nœud, d'ampèremètre, etc., et les considérer comme non discutables lors de cette étude » (Robardet et Guillaud, 1997, p. 108).

Robardet et Guillaud (1997) insistent sur la place qu'occupent la science, les savoirs scientifiques et la technologie dans nos sociétés actuelles et en quoi ces concepts peuvent être utilisés dans l'enseignement de la physique. Ces auteurs concluent que l'enseignement de la physique n'est pas seulement la transmission de connaissances théoriques, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas de promouvoir le savoir-savant mais plutôt d'apporter un soutien aux enseignés afin de développer en eux le sens de la culture scientifique. Autrement dit, il s'agit de développer chez eux un ensemble de savoir-faire.

Bächtold, Munier et Durand-Guerrier (2018) donnent leur point de vue sur les processus d'enseignement et d'apprentissage des connaissances scientifiques et élaboré des activités expérimentales. Pour les auteurs, ce processus est caractérisé par deux approches : approche déductive et approche inductive. A partir de ces deux approches, ils soulignent que l'expérience ne précède pas la théorie. C'est-à-dire qu'à chaque expérience, on associe des problèmes qui se posent dans un cadre théorique et que l'expérience n'est pas l'unique démarche scientifique pour établir des connaissances issues de l'activité de modélisation, par exemple.

Le modèle constitue une construction intellectuelle qui a pour ambition d'interpréter une variété de situations, il nécessite donc d'être validé. L'élaboration et la validation des modèles ou des théories scientifiques s'appuient principalement sur l'expérience. Il y a une obligation de mise en regard de la théorie et de l'expérience. Les rôles respectifs de la théorie et de l'expérience dans l'élaboration du savoir savant ont été une préoccupation importante des épistémologues et des physiciens.

Aujourd'hui, la primauté de l'expérience ou de la théorie est un débat dépassé et, selon Abragam (1986), théorie et expérience sont indissociablement liées. Pour cet auteur, l'expérimentation en physique pose cependant certains problèmes théoriques dont la solution nous ramène à l'expérimentation. Autrement dit, chaque étape d'expérimentation n'est précisément qu'une étape, qui ne prend son sens que par référence aux autres étapes.

En résumé, les éléments de la réalité phénoménale sont constitués non seulement d'événements et d'objets expérimentaux, mais encore de concepts et modèles disponibles au moment de l'activité expérimentale. Sensevy et *al.* (2008) ajoutent que les pratiques d'observation de la science sont de plus en plus constituées d'observations fondées sur des instruments et des théories et que les textes de données de la science sont devenus plus complexes.

### ***2.2.4 Le modèle après la théorie***

Le modèle peut être construit par les scientifiques même lorsqu'il y a déjà une théorie qui rend compte du phénomène étudié. Le modèle peut même garder sa cohérence pour expliquer des résultats expérimentaux sans se référer à aucune théorie. Ainsi, pour Robardet et Guillaud (1997, p. 97) :

« Dans la pratique, le chercheur qui étudie un phénomène dans son laboratoire a-t-il systématiquement recours aux théories ? La réponse à cette question est le plus souvent négative pour une raison bien simple : avec le progrès et le développement scientifique des siècles derniers, les théories sont devenues très lourdes et très complexes. Cela conduit le scientifique, penché sur un problème donné, à élaborer des outils rationnels moins ambitieux mais néanmoins parfaitement adaptés à l'interprétation et à la prévision du phénomène. Ces outils plus modestes, mais fonctionnels, seront appelés modèles ».

### ***2.2.5 Le modèle avant la théorie***

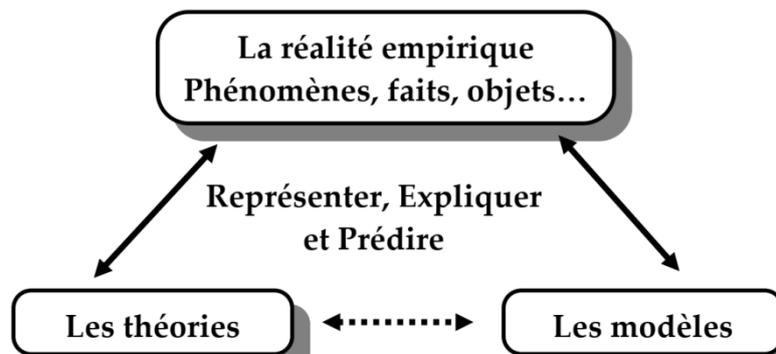
Un modèle peut être à la base du fondement d'une théorie. Mais une fois que la théorie prend sa forme finale, le modèle perd sa fonction et peut tomber dans l'oubli (Feynman, 1980). Pour l'auteur ;

« Très souvent, les modèles sont d'un grand secours et la plupart des professeurs de physique tâchent d'enseigner comment utiliser des modèles, et comment acquérir un bon sens physique de la façon dont les choses vont marcher. Mais les grandes découvertes finissent toujours par s'abstraire du modèle, et le modèle ne sert plus à rien. Maxwell découvrit l'électrodynamique en se servant d'un tas de roues et d'engrenages imaginaires remplissant l'espace. Mais quand on se débarrasse de tous les engrenages et de tous ces trucs dans l'espace, ça marche aussi bien » Feynman (1980, p. 65).

### ***2.2.6 Synthèse***

En résumé, nous suivons Robardet et Guillaud (1997) pour considérer que le modèle n'a pas pour seul objectif de décrire le réel mais de prédire et, ou d'expliquer le phénomène, et les concepts sont des outils pour penser qui s'articulent aux modèles.

Si nous voulons représenter les relations qui lient les modèles, les théories et la réalité empirique, nous proposons le schéma suivant :



**Figure 3** : Relations entre les modèles, les théories et la réalité empirique (Robardet et Guillaud, 1997, p. 104)

Toutefois, nous remarquons que ces relations entre ces trois mondes ne sont pas hiérarchiques, mais plutôt dialectiques. Ainsi, nous avons représenté les modèles et les théories sur un même niveau et pourtant nous avons déjà vu que les modèles peuvent être avant ou après la théorie. Cette relation est représentée par une flèche à double sens en pointillé, pour dire que cette relation peut ne pas exister. Un modèle peut être construit en relation directe avec des résultats empiriques et sans se référer à aucune théorie. Le modèle peut même garder sa cohérence pour expliquer des résultats expérimentaux, même si ce dernier entre en contradiction avec la théorie.

## 2.3 Aperçu sur l'évolution historique du savoir en électricité

### 2.3.1 De l'Antiquité au XVII<sup>e</sup> siècle : des découvertes par tâtonnements

L'électricité étudie le mouvement des charges électriques et leurs conséquences. Certains écrits grecs traduisent l'intérêt et l'étonnement des hommes face aux phénomènes électriques qu'ils avaient rencontrés. La connaissance de l'électricité date de l'époque de la découverte par Thalès de Milet, au 6<sup>e</sup> siècle avant notre ère, de « l'ambre jaune » (Desit-Ricard, 2001), cette résine fossile qui possède les propriétés d'attirer les corps légers et de produire des étincelles une fois qu'on les frotte l'une contre l'autre. Thalès (avait en effet remarqué que si l'on frotte une perle d'ambre sur un morceau de soie, elle attire des brins de paille vers elle. Il était alors « naturel », comme le précise Rosmorduc (1985), de songer à augmenter les phénomènes électriques produits en multipliant les effets de frottement. L'exemple proposé par Thalès revêt une importance particulière puisque c'est ce matériau, dont le nom grec est *elektron*, qui a servi de racine étymologique à toute une science qui ne se développa vraiment qu'au 18<sup>e</sup> siècle. Mais les Grecs, bien qu'excellents observateurs, n'avaient pas su interpréter les phénomènes d'électrisation qu'ils avaient découverts.

Pour Thalès, les hommes ont été particulièrement fascinés grâce aux phénomènes électriques. Leur manière d'imaginer leur a permis de comprendre beaucoup de choses à ce sujet. En

généralisant les propriétés de la matière et les interactions dont on connaît désormais les conditions d'existence, ces hommes ont finalement cru à tout ce qui se passe dans notre environnement. Une vision animiste (Desit-Ricard, 2001) de notre monde est peut-être à l'origine de ces croyances qui ont traversé les siècles. Il est d'ailleurs surprenant que celles-ci perdurent encore à notre époque et dans nos sociétés.

### *2.3.2 Les premières théories sur l'électricité issues des expériences*

C'est au 17<sup>e</sup> siècle que pour la première fois fut produite de l'électricité statique. En 1660, Otto von Guericke, grand expérimentateur en outre distingué par ses recherches sur le vide, eut l'idée de faire tourner rapidement une sphère de soufre frottée par un chiffon de laine. Cette tentative expérimentale fut alors réalisée à partir du frottement d'un corps isolant dans le but d'amplifier les phénomènes électriques. C'est le principe des machines électriques ultérieures ; des améliorations techniques se sont ajoutées pour permettre l'obtention de quantités importantes de charges électriques et la réalisation d'effets spectaculaires (grandes étincelles, etc.). Otto Von Guericke est aussi le premier à avoir mis en évidence les effets répulsifs que pouvait engendrer l'électricité. Il eut aussi l'idée de comparer les étincelles produites par sa machine avec les éclairs qui naissaient dans le ciel lors des orages. Mais il fallut attendre jusqu'en 1750 pour que Benjamin Franklin, à l'aide de paratonnerres et de cerfs-volants, parvienne à recueillir cette électricité et démontre ainsi la nature électrique de la foudre (Desit-Ricard, 2001, p. 67).

C'est au début du 18<sup>e</sup> siècle que l'on imagina pour la première fois l'existence de deux sortes d'électricité (Desit-Ricard, 2001, p. 67) : l'électricité « vitrée » produite lorsque l'on frotte un bâton de verre et l'électricité « résineuse » apparaissant sur les bâtons de résine. A notre connaissance, aujourd'hui ces deux types de matériaux qui caractérisent l'électricité ne se chargent pas de la même manière par frottement, mais les recherches qui furent menées alors privilégièrent le concept de « fluide électrique » à celui de charge élémentaire. On observera d'une part, que l'électrisation par frottement dépend de la nature des objets frottés et d'autre part, que l'interaction attractive ou répulsive entre ces objets dépend de la distance et de la masse de chacun des deux objets.

Vers le milieu du 18<sup>e</sup> siècle, la bouteille de Leyde permet d'emmagasiner l'électricité : il s'agissait d'une bouteille dont la paroi interne était recouverte d'une feuille métallique préalablement chargée électriquement, qui se déchargeait brusquement dès qu'on la mettait en contact avec le conducteur. Elle constitue, à ce titre, le premier condensateur électrique. Elle se développe à la fin du 18<sup>e</sup> siècle grâce à la découverte de « l'électricité animale » par le Luigi Galvani et à l'invention de la pile électrique par Volta. En effet, Galvani observa au

cours de ses expériences que les muscles d'une grenouille se contractaient lorsqu'il leur appliquait un courant électrique en cours de dissection : les phénomènes biologiques seraient donc, eux aussi, de nature électrique au vu des phénomènes observés. Mais Volta, professeur de physique expérimentale, ne tarda pas à contester l'interprétation de Galvani. Pour lui, c'est le contact entre deux métaux (le cuivre et le zinc) qui met en mouvement la charge électrique. Il va considérer les nerfs et les tissus de la grenouille, évoqués par l'anatomiste Galvani, comme étant des tissus humides suffisamment différenciés pour pouvoir produire l'électricité (Mokengo, 2013). Il va alors se concentrer sur cette hypothèse et parvenir à mettre en évidence, après plusieurs essais expérimentaux, l'apparition des charges électriques sur deux plaques de métaux différents accolées puis séparées. Il montra par-là que la grenouille dont il était question dans les explications de Galvani ne jouait qu'un rôle secondaire et que l'effet électrique résultait en fait de la mise en contact de deux métaux de nature différente par l'intermédiaire d'un tissu humide. S'inspirant de cette conclusion (*ibid.*, 2013), il inventa en 1800 la première « pile », qui est constituée d'un empilement de disques de cuivre et de zinc (d'où le nom pile), entre lesquels s'intercalaient des tissus imbibés d'eau salée.

Dans la première moitié du 19<sup>e</sup> siècle, notamment en 1827, Georg Simon Ohm détermine expérimentalement une relation mathématique de proportionnalité directe susceptible d'exister entre la différence de potentiel appliquée aux bornes d'un conducteur et le courant électrique qui le parcourt, en utilisant le matériel de sa propre invention. Il a ainsi établi les relations fondamentales entre le courant, la tension et la résistance électrique et donc a posé les jalons de l'analyse des circuits électriques. La même période fut marquée par l'unification sous forme d'une loi, de l'ensemble des phénomènes électriques observés jusqu'à présent (Mokengo, 2013).

La raison physique du courant est un déplacement de charges électriques. Ces charges peuvent être des électrons ou des ions. Dans un circuit électrique, ce sont des électrons qui se déplacent, c'est le courant réel. Le courant conventionnel, qui a été introduit en premier historiquement, est quant à lui constitué de charges positives imaginaires se déplaçant dans le sens contraire du courant réel. Quant à Millikan, il vérifie pour la première fois en 1909, grâce à une expérience mettant en jeu des gouttes d'huile, le fait que toute charge électrique  $Q$  est quantifiée, c'est-à-dire qu'elle existe seulement sous forme de multiples d'une charge élémentaire  $e$ , indivisible ( $Q=Ne$ ). La particule portant cette charge élémentaire est appelée l'électron (Dognon, 2020).

Par frottement, il est possible d'électriser un matériau conducteur. En mettant ce conducteur en contact avec un autre, celui-ci s'électrise à son tour, c'est à dire qu'il acquière une certaine

charge  $Q$ . Cela signifie que lors du contact, des charges se sont déplacées de l'un vers l'autre. On définit alors le courant par son intensité :

Le courant électrique se traduit donc  $I = \frac{dQ}{dt}$  par l'existence d'une vitesse organisée (par opposition à la vitesse d'agitation thermique) de charges électriques. Considérons donc un fil conducteur de section  $S$ , dans lequel se trouvent  $n$  porteurs de charge  $q$ , animés d'une vitesse  $v$  dans le référentiel du laboratoire. On sait que l'intensité du courant, c'est à dire le débit de charge, est le même à travers un conducteur quelle que soit la section de ce conducteur qu'on considère (Dognon, 2020). Ainsi, la somme des courants entrant en un point du circuit est égale à la somme des courants qui en sortent (continuité du courant). Il n'y a pas d'accumulation d'électrons à l'entrée d'un composant du circuit (résistance, ampoule, etc.) et le courant n'est pas consommé par ceux-ci. Il est important de distinguer le courant électrique de l'intensité du courant électrique. Le courant, tel que défini ci-dessus, est un déplacement de charges, alors que l'intensité du courant est une mesure du taux d'écoulement de ces charges. Le terme « courant » est souvent utilisé à tort pour désigner la mesure de l'intensité du courant. L'unité utilisée pour exprimer l'intensité du courant est l'ampère (A). Lorsqu'un courant d'un ampère circule en un point d'un circuit, cela signifie que  $6,25 \cdot 10^{18}$  électrons passent par ce point chaque seconde. L'intensité du courant dépend de la vitesse de dérive des électrons ( $v_d$ ), qui portent une charge ( $-e$ ), de la densité des électrons ( $n$ ) et de la section d'aire du conducteur ( $S$ ) :

$$I = -e \cdot n \cdot v_d \cdot S$$

Le signe négatif dans cette expression signifie que le courant conventionnel s'écoule dans le sens contraire du mouvement global des électrons. La vitesse de dérive des électrons dans un circuit peut être définie comme la vitesse moyenne des électrons dans la direction de l'écoulement du courant. Le mouvement des électrons comporte deux composantes : un mouvement thermique, qui est aléatoire, et un autre qui est global, dû à la différence de potentiel.

L'invention de la pile a permis à la fois d'observer les effets d'un long passage du courant électrique dans diverses substances, de s'apercevoir, par exemple qu'en plongeant dans une solution aqueuse deux tiges solides reliées aux bornes d'une pile, cela provoque la décomposition chimique de la solution, c'est-à-dire l'électrolyse. C'est ainsi que le chimiste anglais William Nicholson réussit en 1800 à décomposer l'eau (oxygène et hydrogène) en y faisant passer un courant électrique. Aussi, le phénomène de l'électrolyse fournit la possibilité de dissocier des sels et de découvrir de nouveaux éléments chimiques (Bachelard, 1971). Humphry Davy, grâce au phénomène de l'électrolyse, parvint à mettre en évidence l'existence de deux métaux nouveaux (le sodium et le potassium), contenus dans la soude et la potasse.

La connaissance des effets d'un long passage du courant électrique ouvrit de nouvelles perspectives aux physiciens à telle enseigne que l'étude de l'électricité acquit une nouvelle dimension. Ainsi, la découverte par Oersted en 1819 de l'action magnétique des courants électriques, qui donna lieu plus tard à l'étude de l'électromagnétisme : un courant électrique fait dévier une aiguille aimantée qui est initialement orientée parallèlement au conducteur où circule le courant. Oersted remarqua au cours de ses expériences que ce qui causait la déviation de l'aiguille aimantée n'était pas abordé ni par des conducteurs ni par des isolants et que l'action du courant ne s'observait que sur des substances magnétiques. En plus, le sens du mouvement de l'aiguille aimantée placée à proximité d'un conducteur reliant deux pôles d'une pile dépendait de l'ordre (position des pôles) dans lequel cette dernière (la pile) a été disposée. Oersted décrit ses expériences dans sa publication « expérience sur l'effet du conflit (courant) électrique sur l'aiguille aimantée » :

« Tous les effets exposés tout à l'heure relative au pôle nord de l'aiguille s'expliqueront aisément en supposant que la force, ou la matière négativement électrique, parcourt une spirale fléchie de gauche à droite ; qu'elle pousse le pôle nord, et qu'elle n'agit pas sur le pôle sud. De même, expliquera les effets sur ce dernier, en accordant à cette force ou à cette matière électriquement négative un mouvement dans une direction contraire, et la faculté d'agir sur le pôle Sud, et non sur le pôle Nord. On comprendra mieux l'accord de cette loi avec les effets observés, en répétant les expériences qu'en cherchant à développer plus longuement l'explication. On l'aurait rendue plus claire si on avait pu s'aider de figures pour désigner les directions des forces électriques autour du fil conducteur ». (Mokengo, 2013, p. 44)

Dès qu'Oersted eut découvert l'effet magnétique du courant électrique, les physiciens se posèrent la question de savoir si un courant électrique produit un champ magnétique. Ce champ magnétique ne devait-il pas produire un courant électrique ? Après onze années de recherche, Faraday découvrit en 1831 le phénomène de magnétisme, le moyen de produire un courant électrique à l'aide d'une variation des conditions magnétiques de l'espace.

André-Marie Ampère, ayant pris connaissance quant à lui des travaux de Oersted, multiplia les expériences et les recherches, et grâce à ses outils de l'analyse moderne, matière qu'il enseignait à l'université, il réussit à poser les fondements d'une théorie mathématique de l'électromagnétisme. Il fût le premier à distinguer les phénomènes électrostatiques des phénomènes électrodynamiques, encore appelé « des phénomènes de courant », rejetant ainsi les termes d'électricité « vitrée » et d'électricité « résineuse » au profit de positive et négative à la seule condition que ces termes conservent le sens de convention : le courant d'électricité positive qui va du pôle positif de la pile et celui d'électricité négative qui part du pôle négatif

de la pile. Ampère, dans son ouvrage de 1820, intitulé « mémoire sur les effets des courants électriques », écrit à propos de l'action mutuelle de deux courants électriques :

« [...] il en résulte un double courant l'un d'électricité positive, l'autre d'électricité négative, parlant en sens opposés des points où l'action électromotrice a lieu, et allant se réunir dans la partie du circuit opposé à ces points [...]. Les courants cessent toujours à l'instant où le circuit vient à être interrompu. C'est cet état de l'électricité dans une série de corps électromoteurs et conducteurs, que je nommerai, pour abrégé, courant électrique ; et comme j'aurai sans cesse à parler des deux sens opposés suivant lesquels se meuvent les deux électricités, je sous-entendrai toutes les fois qu'il en sera question, pour éviter une répétition fastidieuse, après les mots sens du courant électrique, ceux-ci : de l'électricité positive... ». (Mokengo, 2013, p. 46)

Dans la perspective de l'allongement de ce passage du courant, James Prescott Joule en 1840 a observé le passage du courant électrique dans un conducteur métallique en provoquant son échauffement. C'est le phénomène connu sous le nom d'effet Joule.

Au cours de cette évolution historique en lien avec l'expérimentation<sup>34</sup>, deux théories se sont affrontées :

- Les uns pensaient, à l'instar de Benjamin Franklin, que « l'électricité était formée de particules qui constituaient un fluide capable de se propager dans les métaux et d'être « pompée » à l'extérieur » (Desit-Ricard, 2001, p. 67). Pour ces partisans, la matière était constituée de particules qui s'attiraient mutuellement et que le « fluide électrique » ne comportait que des particules répulsives. Par conséquent, l'excès ou le défaut de fluide électrique dans un corps leur permettait d'expliquer la charge électrique globale. Vers la moitié du 18<sup>e</sup> siècle, on était plus loin, de la notion d'atome électriquement neutre, et de celle d'électron. Ce n'est d'ailleurs qu'en 1891 que ce dernier, plus petite charge négative susceptible d'exister isolée dans la matière, sera nommé par George Stoney. Il faudra même attendre 1897 pour connaître les caractéristiques de cette particule dont Joseph John Thomson allait mesurer la masse et la charge. Mais au 18<sup>e</sup> siècle, on préférait raisonner sur les fluides. Cette théorie du fluide unique fut défendue par le célèbre Henry Cavendish dont l'histoire a retenu à la fois les travaux de chimie sur l'hypothèse et d'électrostatique sur les condensateurs.
- Les autres présupposaient « l'existence dans la matière de deux fluides présents en quantités identiques dans le corps neutre » (Desit-Ricard, 2001, p. 67). D'après ces partisans, le déplacement de l'un de ces deux fluides, attirés par la présence d'un corps

---

<sup>34</sup> Ces évolutions ont lieu différentes méthodes expérimentales scientifiques proposées par les savants et qui consistent à tester la validité de leur hypothèse, en reproduisant un phénomène et en faisant varier un paramètre.

électrisé, qui expliquait les phénomènes d'électrisation par influence que Stephen Gray avait mis en évidence au siècle précédent. Cette théorie fut la plus répandue des deux. C'est celle qu'utilisa Charles Augustin Coulomb dans ses écrits. Mais comme il l'explique lui-même, son but était d'exposer « avec le moins d'éléments possibles les résultats du calcul et de l'expérience et non d'indiquer les différentes causes ». Et ce fut d'ailleurs lui qui montra que la théorie du fluide unique et celle des deux fluides étaient mathématiquement équivalentes.

Au terme de cette partie du chapitre, nous pouvons dire que l'évolution historique de l'électricité a permis de comprendre l'importance de l'expérience dans les découvertes de l'électricité et ses concepts y relatifs au cours de son évolution. Nous avons observé l'esprit de collaboration qui gagne le milieu entre les savants dans cette évolution progressive et complémentaire de la compréhension des phénomènes électriques.

## **2.4 La transposition didactique**

### ***2.4.1 Définition et nécessité d'une transposition***

La notion de modèle met en relation de nombreux concepts en physique : différentes formes d'énergie, la force électrique, la force de frottement, le champ électrique, le travail d'une force, ... et elle fait appel à des lois ignorées des élèves à ce niveau scolaire, tel le principe d'inertie qui n'a rien d'intuitif, pas plus que le concept de la différence de potentiel, que les physiciens ont mis plus d'un siècle à élaborer. Les concepts du physicien semblent donc impossibles à transmettre à l'élève sans avoir subi des transformations préalables, pour devenir un savoir prêt à enseigner, qualitativement différent de celui du physicien. Le concept de transposition didactique occupe une place centrale dans le champ de la didactique des disciplines. Avant et au cours de son introduction dans le système didactique, le savoir subit des modifications se déployant dans une temporalité particulière : nous parlons de « temps didactique ».

Pour Chevallard (1991), cette transposition est soumise à un ensemble de contraintes et obéit à des règles. « Il s'agit d'un phénomène normal auquel nul ne peut échapper lorsqu'il veut transmettre un savoir. Ni « bonne », ni « mauvaise », la transposition didactique est inévitable. Elle crée un cadre nouveau, enserré dans des contraintes bien précises qu'il s'agit d'identifier pour les maîtriser » (Boilevin, 2013, p. 26).

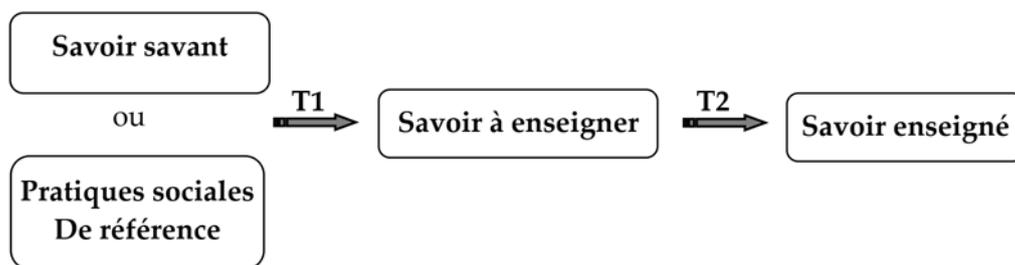
Le concept de transposition didactique permet de distinguer les savoirs savants produits, par exemple, par les physiciens, les savoirs à enseigner qui sont définis par le système scolaire, le savoir enseigné par l'enseignant et enfin le savoir appris par les élèves. Ce travail transpositif

est une construction sociale : C'est la noosphère<sup>35</sup> [...] qui va procéder à la sélection des éléments du savoir savant qui, désignés par là comme « savoir à enseigner », seront alors soumis au travail de transposition (Chevallard, 1991). C'est elle qui va assumer la partie visible de ce travail : « Ce qu'on peut appeler le travail externe de la transposition, par opposition au travail interne, qui se poursuit, à l'intérieur même du système d'enseignement, bien après l'introduction officielle des éléments nouveaux dans le savoir enseigné » (Chevallard, 1991, p. 53).

Joshua (1994) a proposé d'étendre la théorie de la transposition aux savoirs *experts*. Bien avant, dans la même perspective, Martinand (1986) avait introduit la notion complémentaire de « pratiques de référence ». Il l'avait proposée à propos de la technologie et de l'informatique, mais elle convient aussi aux disciplines (linguistiques ou artistiques, aux travaux manuels, à l'éducation physique et aux formations professionnelles...). Pour concevoir les programmes scolaires, la noosphère ne s'inspire donc pas uniquement du savoir savant, elle se réfère également à des pratiques sociales. Comme le souligne Develay (1992) :

« Le terme de pratique sociale de référence...renvoie à des activités sociales diverses (activités de recherche, de production industrielle et artisanale, d'ingénierie, mais aussi d'activités domestiques, culturelles, idéologiques et politiques...) pouvant servir de référence à des activités scolaires... »

Si bien qu'on peut admettre que l'on travaille désormais avec deux sources de la transposition didactique : d'une part des savoirs savants et d'autre part, des pratiques sociales. On peut schématiser comme suit la chaîne de transposition.



**Figure 5** : chaîne illustrant la transposition didactique (Develay, 1992)

Dans cette structure, on remarque l'existence de deux sortes de transposition Develay (1992) : la transposition didactique externe et interne, notées respectivement T1 et T2. La transposition didactique externe est la transformation des savoirs et des pratiques en programmes scolaires,

<sup>35</sup> La « noosphère » se compose de l'organe politique qui rédige les programmes officiels, des enseignants, des universitaires, des auteurs de manuels, des inspecteurs, des didacticiens, des parents d'élèves...La noosphère cherche à rétablir l'équilibre, la compatibilité entre l'école et la société avec une double contrainte : le savoir enseigné doit être suffisamment proche du savoir savant et suffisamment éloigné du savoir des parents.

qu'on peut aussi appeler curriculum formel. Cependant, la transposition didactique interne relève largement de la marge d'interprétation, voire de la créativité des enseignants.

Johsua et Dupin (1993, p. 195) s'intéressent aux caractéristiques du savoir à enseigner, qu'ils appellent « la mise en texte du savoir » : « le savoir à enseigner se présente comme un « texte du savoir » qui suit un ordre, permet une évaluation des apprentissages ». Il existe donc une différence entre la science qui se fait et celle qui s'enseigne (Hulin, 1984). Par exemple, le modèle classique de l'électrocinétique repose sur une ou plusieurs théories plus vastes. Lui-même est constitué d'un corpus de concepts liés entre eux par un système de relations. Les concepts n'existent qu'en référence à d'autres. Le sens que prend chaque concept est indissociable du système de relations dans lequel il intervient. Mais dans la transposition, la situation s'inverse... la connaissance est délivrée par fragments, succession de chapitres et de leçon..., comme le soulignent Johsua et Dupin (1993, p. 197) : « Le modèle n'est pas donné au départ, mais l'objectif déclaré de l'enseignement. Il y a séparation du modèle en concepts réputés indépendants que l'on met ensuite en relation : c'est la dé-synthétisation du modèle ».

En se plaçant dans le cadre de l'objet d'enseignement, Johsua et Dupin (1993) rappellent que l'objet d'enseignement est souvent fourni par les programmes scolaires, mais que c'est un objet mort, qui ne peut être livré tel quel aux élèves. Ces auteurs expliquent que la transposition permet de lui redonner vie, d'où la nécessité de le recontextualiser et de le repersonnaliser.

#### ***2.4.2 Transposition didactique et enseignement de l'électricité***

La physique est une discipline à la fois tributaire de la réalité qu'elle se propose d'étudier et fortement structurée autour de concepts et de lois, sous forme de théories remplies d'abstractions et s'appuie beaucoup plus du côté des mathématiques au détriment de ses applications technologiques (Robardet & Guillaud, 1997, p. 16). Elle apporte aux élèves les premières leçons de certaines perceptions et conceptions qui ont pour origines des activités expérimentales dans le monde réel, principalement à la maison.

Plusieurs chercheurs s'intéressent à l'intérêt que porte l'épistémologie de la physique sur l'apprentissage. Bächtold, Munier et Durand-Guerrier (2018) proposent de définir l'épistémologie de la science comme synonyme de « philosophie des sciences ». Cette étape épistémologique offre un éclairage précieux pour repérer les difficultés de l'enseignement et de l'appropriation par les élèves des connaissances scientifiques (Viennot, 2008). L'épistémologie des sciences constitue une ressource très utile pour les didacticiens des sciences (Bächtold et al., 2018). Elle aide à comprendre les processus d'enseignement et

d'apprentissage des connaissances scientifiques en classe et à élaborer des activités expérimentales. Ces activités ont deux approches :

*Approche déductive* : l'enseignant introduit les définitions des grandeurs et énonce les lois avant les exercices d'applications.

*Approche inductive* : les élèves observent d'abord les phénomènes survenant dans la nature ou dans les activités expérimentales et découvrent eux-mêmes les lois.

Mais les raisonnements épistémologiques ont montré cependant que la nature « problématique » du savoir savant : celui-ci n'est pas donné une fois pour toutes dans un traité unique, il y a des points de vue différents... il n'y a pas de théorie universelle (Tiberghien, Arsac et Méheut, 1994). Selon ces auteurs, l'enseignement ordinaire, contrairement au point de vue épistémologique actuel, est encore trop souvent basé sur l'empirisme, où l'observation et l'induction jouent un rôle principal, où les concepts s'imposent comme un dogme, une vérité absolue. Ces modèles étaient présentés comme une réalité attestée par de nombreuses preuves expérimentales accumulées par les savants et « la physique à l'école s'expose de manière axiomatique, par définition ; les lois se vérifient miraculeusement sur une seule expérience : les expériences se lisent directement dans les termes des modèles... l'élève est sommé d'admettre » (Lemeignan et Weil-Barais, 1993, p. 18).

Mais les travaux de recherche de ces auteurs (Méheut, 1996 ; Tiberghien, Psillos et Koumaras, 1995) pointent cependant de réelles chez les apprenants. Concernant l'électricité, les travaux de Stocklmayer & Treagust (1996) ont montré que de nombreuses conceptions des circuits influencent la compréhension de la notion du courant électrique chez les élèves. Ces élèves (15 à 16 ans) dans la plupart des cas reçoivent une batterie, des fils et une ampoule puis sont invités à l'allumer pendant une séance de classe. Alors qu'ils sont impliqués dans la tâche, leurs actions et leurs comportements sont enregistrés ou observés. Ils sont ensuite interrogés et invités à expliquer ce qu'ils ont fait et ce qu'ils pensaient pendant qu'ils le faisaient. À partir des protocoles générés, les chercheurs peuvent déduire les idées sous-jacentes concernant les circuits simples. Ce type de tâche va leur faciliter la compréhension de l'électricité. Dans la même lignée, Fredette & Lochhead (1980) ont appuyé ces résultats en donnant l'exemple des élèves nord-américains impliqués dans cette tâche afin d'évaluer leur conception des circuits simples. Osborne a développé de nombreuses études impliquant des élèves du secondaire à des tâches dans la construction du savoir en Nouvelle-Zélande et au Royaume-Uni (Osborne & Wittrock, 1983). De telles recherches ont montré que, dans les récits des élèves, il existe une cause dans la pile et un effet, à savoir l'allumage de l'ampoule.

Les résultats des travaux de ces auteurs montent l'importance de prendre en compte les difficultés d'apprentissage des élèves sur la relation entre les faits observés et les concepts de physique en générale et ceux du modèle en électricité. La partie concernant la prise en compte des difficultés d'apprentissage sera développées dans le chapitre suivant.

En résumé, nous avons fait le tour de la transposition didactique en passant par le savoir savant susceptible d'évolution (qui évolue), de modification, d'adaptation, ...et insister sur le fait que l'élève ne peut pas le reconstruire seul ; la construction de connaissances ne peut être que progressive, en franchissant de petits écarts.

## **2.5 Conclusion**

En remontant dans l'histoire de la découverte de l'électricité, nous avons montré comment la compréhension scientifique des phénomènes électriques s'est constituée graduellement, dans le doute, la contradiction et grâce à l'expérimentation.

L'histoire de la construction conceptuelle et théorique du modèle de l'électricité nous a permis non seulement de nous rendre compte de l'impact des activités expérimentales dans des recherches scientifiques, mais aussi d'entrevoir l'esprit de collaboration entre les savants qui, se contredisent toujours de plus en plus pour progresser dans la compréhension des phénomènes naturels.

L'analyse épistémologique nous permet d'évoquer et de discuter des théories, des modèles, des concepts et des registres empiriques et théoriques à partir des épistémologues ayant des idées différentes : une forme de revue de littérature. Celle-ci, loin d'être exhaustive, a montré que la place des activités expérimentales a été l'objet d'interrogation de plusieurs recherches. Ces dernières ont des idées et des opinions différentes selon les registres épistémologiques. Ces études débattent de l'importance et le rôle des activités expérimentales dans la physique.

Ensuite, la transposition didactique nous a suggéré une voie possible pour l'apprentissage de modèles en électricité : proposer à l'élève l'ébauche d'un modèle qu'il enrichira, qu'il fera évoluer en réponse à des questions. Cette démarche impose certaines accommodations avec le savoir savant, différentes de celles générées par les contraintes respectées par l'enseignement ordinaire. Elle accorde une priorité aux activités expérimentales, à la cohérence qu'elle implique, conduit à une construction progressive d'un modèle qui restera imparfait et incomplet à un niveau d'apprentissage donné, mais susceptible de s'enrichir par la suite d'autres propriétés ou relations. Cependant, de quel type d'activité expérimentale s'agit-il ? Nous en parlerons dans le chapitre suivant.

## **CHAPITRE 3**

### **ACTIVITES EXPERIMENTALES DANS L'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE DE L'ELECTRICITE**

## **Plan du chapitre 3**

### **Introduction**

#### **3.1 L'activité expérimentale et la démarche expérimentale**

3.1.1 Activité expérimentale : point de vue définitionnel

3.1.2 De la démarche expérimentale

#### **3.2 Les rôles possibles des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique**

#### **3.3 Les recherches sur l'activité expérimentale dans l'enseignement de la physique**

#### **3.4 Les recherches sur l'activité expérimentale dans l'enseignement de l'électricité**

#### **3.5 Les obstacles liés à l'apprentissage de la physique**

3.5.1 Les obstacles épistémologiques

3.5.2 Les obstacles psychologiques (cognitifs)

3.5.3 Les obstacles didactiques

#### **3.6 Les conceptions des élèves**

3.6.1 Différentes définitions du concept de conception

3.6.2 Les recherches sur les conceptions des élèves en électricité

3.6.3 Les conceptions des enseignants sur l'aspect expérimental de la physique

#### **3.7 Conclusion**

## **Introduction**

Dans le but de caractériser notre recherche par rapport à des travaux proches, nous proposons dans ce chapitre une revue de questions relatives aux problèmes liés à l'enseignement expérimental en physique. C'est dans cette optique que nous allons analyser les points de vue des didacticiens concernant la place des activités expérimentales dans l'enseignement de l'électricité.

Les publications en didactique des sciences témoignent du fait que « l'expérimental » a été le point central de nombreuses études. Ces dernières avaient des questionnements et des orientations diversifiés.

### **3.1 L'activité expérimentale et la démarche expérimentale**

Dans cette section, nous passerons brièvement en revue, à la lumière des travaux de recherche, quelques-unes des définitions les plus importantes dans notre domaine : l'activité expérimentale et la démarche expérimentale.

#### ***3.1.1 Activité expérimentale : point de vue définitionnel***

De nombreux travaux de recherche ont été effectués sur les activités expérimentales en classe, (Boilevin, 2013 ; Colmez, 1978 ; Henon, 2006 ; Develay, 1989 ; etc.).

L'activité expérimentale<sup>36</sup> est un ensemble d'activités manipulatoires dans le but de « vérifier » et/ou de « découvrir » une loi ou une hypothèse. Pour Colmez (1978), l'activité expérimentale peut mettre en jeu une activité manipulatoire mais pas nécessairement. C'est pourquoi, il faut distinguer l'activité expérimentale de l'activité manipulatoire, c'est-à-dire que :

« Des manipulations qui aboutissent à une procédure satisfaisante pour résoudre le problème par une suite de tâtonnement orientés vers la solution, mais non inspirés par le souci explicite de vérifier des hypothèses, ne constitue pas une activité expérimentale au sens précis où on l'entend. [...] l'activité expérimentale proprement dite commence au moment où les élèves essaient, à partir de ce qu'ils ont fait, de formuler leurs procédures (à l'aide d'un schéma, d'une description verbale ou de toute autre façon), de les comparer et de vérifier par une épreuve empirique quelles formulations sont valides »

Boilevin (2013) attire notre attention qu'il existe un lien entre les aspects épistémologiques et la place des activités expérimentales au cours d'une séance d'enseignement. Il souligne que

---

<sup>36</sup> Anciennement appelée exercice pratique ou travaux pratiques. Elle peut être appelée tout simplement expérience.

« les activités expérimentales peuvent aider les élèves à développer des idées sur la nature de la science et sur la nature de la communauté scientifique » (*Ibid.*, p. 57).

Quant à Henon (2006, p. 40), il avance que l'activité expérimentale est en ce sens une partie de l'activité de recherche :

« Elle consiste à élaborer une formulation (ou modèle) prise comme hypothèse, à la soumettre à vérification en la confrontant à une réalité qui n'est pas mise en question et à se prononcer sur la validité de cette hypothèse à la lumière des résultats de cette confrontation ».

Pour l'auteur, cette activité fait référence à une réalité empirique, donnée par observation immédiate, mais résultant le plus souvent d'une « observation provoquée ». De plus, parler de réalité empirique ne signifie pas que l'activité expérimentale soit limitée aux sciences dites expérimentales. Cependant, elle fait partie intégrante de l'enseignement de science physique, essentiellement sous forme d'expérience de cours ou de travaux pratiques.

Les travaux de Develay (1989) montrent que « l'expérience est la face visible d'une activité intellectuelle souterraine généralement beaucoup plus riche et dont elle ne conserve qu'une partie. L'expérience est le produit du processus d'expérimentation<sup>37</sup> » (*Ibid.*, p. 5). L'auteur ajoute que l'expérience est un contact direct avec un objet ou un phénomène, qui contribue à l'élargissement des connaissances et des habiletés d'une expérience.

Selon Martinand (1986), l'expérience permet aux élèves d'explorer et d'agir, à travers des situations variées et diversifiées. Elle a des finalités de familiarisation pratique à des objets, phénomènes, et à des instruments scientifiques et techniques. Elle permet d'inciter l'élève à un questionnement et de constituer un référent empirique (expérience-action) (*Ibid.*, 1986). Sachant que les pratiques expérimentales peuvent aider l'élève à acquérir des savoir-faire préalables, l'expérience permet de confronter les élèves à un réel peu aménagé, de les aider à problématiser ou à émettre un projet, de favoriser la mise en œuvre effective des investigations, de favoriser les dynamismes et les confrontations (*Ibid.*, 1986). Martinand (1986) souligne également l'intérêt de la démarche d'investigation dans la résolution des problèmes avec une approche qui reste ouverte. Dans cette méthode, correspondant à une transposition didactique des démarches d'un chercheur, les situations expérimentales ont pour but d'initier l'élève à des raisonnements scientifiques (*Ibid.*, 1986), de lui faire utiliser les instruments et les procédures d'une telle investigation, de lui faire approcher la résistance du réel (expérience-objet). L'élève expérimente pour « voir » ; il explore et contrôle peu à peu ses actions ; il apprend à maîtriser des pratiques.

---

<sup>37</sup> « L'expérimentation est un processus qui commence par l'émission d'une hypothèse et qui finit par la réalisation d'une expérience et l'analyse de ses résultats. L'expérimentation ne représente qu'une partie de la démarche expérimentale » Develay (1989, p. 5).

L'expérience peut être considérée comme un outil mis au service de l'élaboration théorique pour la conception ou la modélisation. Elle est envisagée dans un cadre d'apprentissage conceptuel systématique et ce mode est plus développé dans les travaux pratiques. C'est-à-dire qu'il s'agit de mettre à l'épreuve les constructions intellectuelles, pour en éprouver la pertinence et le domaine de validité (Kane, 2011). Dans une situation d'élaboration théorique, l'élève est sollicité pour effectuer de nombreux aller et retour entre référent empirique et conceptualisation.

Par ailleurs, en plus de leur côté attractif pour les élèves, les activités expérimentales présentent des moments privilégiés permettant à l'apprenant de s'exercer à la démarche expérimentale, à la critique, à l'émission des hypothèses, à la conception des expériences, à l'interprétation des résultats, etc. Mais que pensent les chercheurs en didactique sur la définition de la démarche expérimentale ?

### ***3.1.2 De la démarche expérimentale***

Giordan (1978) critique l'idée de considérer la démarche expérimentale comme la succession de six (6) étapes abrégées OHERIC : Observation, Hypothèse, Expérience, Résultat, Interprétation et Conclusion. Pour lui, cette définition de la démarche expérimentale selon (OHERIC), bien que supposée logique, pêche malgré tout par certains défauts. Il faut avoir un problème, une interrogation (pourquoi cette observation et pas une autre ?) et les différentes tentatives de réponses non vérifiées à ces questions ou interrogations constituent des hypothèses. De même, il paraît peu logique d'interpréter des résultats bruts des expériences sans les analyser *a priori*. Par conséquent, la démarche expérimentale devient plus logique selon l'auteur et complète sous le cycle OPHERAIC : Observation, Problème, Hypothèse, Expérience, Résultat, Analyse, Interprétation et Conclusion.

De manière plus globale, Giordan (1978) pense tout simplement que la démarche expérimentale est celle que les enseignants pratiquent régulièrement dans leurs activités scientifiques sans en avoir conscience. Il suffit de partir d'un constat, « observation qu'elle soit guidée ou non » d'une situation quelconque, d'un phénomène et le souci ou désir de vouloir comprendre cette situation ou ce phénomène, pour formuler des hypothèses que l'on cherche à vérifier par la suite une par une. Cette vérification passe par la conduite d'expériences, « activités susceptibles d'aider à voir plus clair », propre à chaque hypothèse. Une fois l'expérimentation terminée et les résultats obtenus, ceux-ci sont analysés puis interprétés avant de conclure sur la pertinence ou la validité des hypothèses émises. Lorsque ce mode opératoire est appliqué à la compréhension d'un phénomène ou d'une situation quelconque, on parle de la démarche expérimentale.

Dans la même lignée de donner un sens à OHERIC, un ouvrage collectif réunissant sept enseignants (biologistes, physiciens, historiens des sciences et chercheurs en pédagogie) s'ouvrait sur un chapitre intitulé « OHERIC ne répond plus ? Le naufrage de l'éducation scientifique ? » (Astolfi et Giordan, 1978, p. 7), selon lequel, l'usage ritualisé de cette formule révèle l'oubli de propriétés qui font les valeurs de la science comme l'état d'esprit créatif et la contestation méthodique, l'élève y étant réduit au rôle de simple exécutant ou de simple spectateur.

### **3.2 Les rôles possibles des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique**

Les activités expérimentales dans l'enseignement de la physique sont considérées comme essentielles, tant par les concepteurs de programmes que par les enseignants. Dans la plupart des pays, les curriculums introduisent les activités scientifiques avec deux principaux objectifs (Millar, 2004) : un objectif d'éducation scientifique et d'apprentissage des principaux concepts qui permettent de comprendre le monde moderne en tant que citoyen éclairé et un objectif de préparation au monde professionnel. Cette finalité de l'enseignement de la physique au niveau international est conduite en lien avec une réflexion sur le rôle des activités expérimentales menées notamment dans les travaux de recherche. Les rôles des activités expérimentales dans l'enseignement de l'électricité apparaissent multiples et ont pour but de motiver les élèves, de développer des habilités manipulatoires, de favoriser l'apprentissage des connaissances, des méthodes, d'attitudes scientifiques, d'apprendre à travailler en groupe, et de travailler de façon autonome (Hofstein et Lunetta, 2004 ; Méheut, 2006, cités par Boilevin, 2013).

Les travaux de recherche de Taoufik et *al.*, (2016) montrent que dans l'enseignement au collège, les expériences sont principalement utilisées dans une perspective d'illustration des concepts, de vérification des lois ou dans une démarche inductiviste (la manipulation, l'observation et les mesures, et les conclusions). L'activité expérimentale permet de passer par le concret afin que les notions soient acquises par les élèves. Toutefois, Houssaini et al. (2014) relèvent que le manque de ces activités est la principale cause de l'introduction de fausses représentations chez les apprenants.

Dans les activités expérimentales, l'utilisation de la méthode inductive est presque totale et cette méthode est fortement critiquée. Pour Soudani (1996), l'enseignement de la physique de nos jours privilégie la démarche inductiviste pour laquelle « l'observation est première et fournit une base sûre à partir de laquelle il est possible d'extraire la connaissance scientifique par induction ». Pour l'auteur, il s'agit plus d'un apprentissage par « transmission » que par « construction ». Cependant, il existe dans le fonctionnement actuel de l'enseignement expérimental les expériences *en amont* et les expériences *en aval* (Soudani, 1996).

L'expérience *en amont* ou expérience de démonstration signifie que l'enseignant commence sa leçon par la mise en « évidence » de la loi. Suivant cette procédure de l'enseignement, l'expérience est à la fois « monstrative » du phénomène, fondatrice des faits, organisée de telle façon que les grandeurs soient désignées et que la loi émerge presque naturellement des phénomènes (Joshua, 1989).

L'expérience *en aval* a pour fonction essentielle « d'illustrer » un concept, un modèle, ... et non de « valider ». L'enseignant sait que ce qu'il dit a déjà été vérifié depuis longtemps. Dans une démarche de type démonstratif, l'expérience sert d'argument irréfutable (Joshua, 1989). La loi est énoncée, l'élève doit admettre la démonstration, l'expérience servant à convaincre. Elle constitue le levier de la démonstration et donc de la compréhension.

De manière classique, Kane (2011) propose trois formes d'activités expérimentales scolaires : forme des « Travaux pratiques (TP) », forme des « expériences de cours » et forme des « TP – cours ». Selon l'auteur, les TP sont consacrés exclusivement à des manipulations faites par les élèves en petits groupes en dehors du cours et sous le contrôle de l'enseignant en relation avec un savoir à enseigner (par exemple, la vérification d'une loi, la détermination d'une grandeur physique, etc.). Quant aux deux autres formes (expérience et TP de cours), les activités sont constituées par des activités intégrées au cours. C'est-à-dire que les manipulations sont faites prioritairement par l'enseignant (expérience de cours) mais celui-ci offre parfois aux élèves la possibilité de manipuler et (TP-cours) lorsqu'elles sont faites prioritairement par les élèves.

Dans notre recherche, nous considérons l'expérience de cours telle que définie par Kane (2011, *op. cit.*). L'expérience de cours est réalisée par le professeur pendant le cours théorique. Il existe pendant cette expérience un seul poste pour la manipulation. En physique, il peut arriver que le professeur désigne un élève volontaire qui vient manipuler sous son contrôle. Il s'agit d'une expérience dont les rôles existent à travers les manuels dans la physique scolaire.

Une expérience de cours doit être adaptée au contenu du cours. Elle doit être visible par tous, que ce soit directement ou par projection. L'enseignant doit savoir pourquoi il présente telle ou telle activité expérimentale : il doit avoir réfléchi à l'usage précis qu'il compte en faire. Il peut s'agir d'effectuer une première approche qualitative du concept que l'on se propose d'aborder : pour la majorité des élèves cette approche qualitative est indispensable pour donner du sens à ce concept (Kane, 2011).

Une expérience de cours doit avoir d'autres objectifs que ceux que l'on peut assigner aux manipulations d'élèves : elle permet de faire naître l'étonnement, d'amorcer un questionnement, de formuler des hypothèses, voire de poser une problématique, elle permet

au professeur d'attirer l'attention des élèves sur tel ou tel aspect d'un phénomène qui pourrait leur échapper, et donc de leur apprendre à observer (Robardet et Guillaud, 1993). Elle permet aussi de réaliser des manipulations particulières. C'est le cas, par exemple, lorsque le dispositif expérimental n'existe qu'en un seul exemplaire (Kpokpolingou et Boilevin, 2020). Les expériences de cours peuvent aussi fournir aux professeurs l'occasion de montrer que les phénomènes de laboratoire ne sont pas essentiellement différents de ceux qui sont observés dans la nature ou mis en œuvre dans les dispositifs technologiques actuels ou passés.

### **3.3 Les recherches sur l'activité expérimentale dans l'enseignement de la physique**

Taoufik et al. (2016) ont mené une recherche sur les activités expérimentales dans l'enseignement de la physique au Maroc. Ils se sont intéressés aux infrastructures réservées aux activités expérimentales dans l'enseignement de la physique au collège dans le contexte marocain et aussi aux pratiques expérimentales des enseignants ainsi qu'à l'opinion des élèves sur ces activités. Après l'analyse de leurs corpus, les résultats ont montré que les laboratoires scolaires, dans les conditions actuelles, ne facilitent pas l'apprentissage et le développement des connaissances et des compétences des élèves au cours de l'enseignement de la physique. Pour les auteurs, la plupart des expériences réalisées, que ce soit avec les enseignants ou les élèves, se font sous forme d'expériences de cours, autrement dit, réalisées par l'enseignant seul en raison des problèmes de manque de matériel expérimental, de la dangerosité de certaines expériences, de l'inadaptation des locaux appropriés aux travaux pratiques, de la mauvaise gestion des laboratoires qui influencent le taux de réalisation des expériences programmées et des pratiques expérimentales des enseignants. En termes de suggestion, les auteurs pensent que les technologies de l'information et de la communication (TIC) seraient un bon moyen de compléter les expériences et non de les remplacer. Pour ces auteurs, les enseignants, d'après les entretiens réalisés, affirment que les contraintes et les difficultés liées à l'intégration des TIC sont principalement dues à un manque d'infrastructures et de soutien (formation).

Kane (2011) a travaillé sur les pratiques expérimentales dans les établissements secondaires sénégalais. La méthodologie du recueil des données repose sur des questionnaires et des entretiens. Ces deux corpus ont permis à l'auteur de recueillir les témoignages des enseignants sur leurs pratiques expérimentales et les points de vue des élèves sur ces pratiques. Le traitement des données utilise des directions d'analyse basées sur des concepts qui découlent des apports récents de la recherche en didactique. Ses résultats obtenus fournissent des informations sur les intentions, les pratiques, les positions épistémologiques et pédagogiques des enseignants dans le domaine expérimental et sur la manière dont les élèves vivent ces activités.

Les résultats des entretiens et des questionnaires montrent que la plupart des enseignants visent, dans les activités expérimentales, l'acquisition de connaissances conceptuelles par les élèves et ce, par la vérification de lois. Par conséquent, ils s'adaptent à l'organisation des TP - cours ou expériences de cours, au lieu des travaux pratiques, les tâches essentielles étant effectuées par eux. Du côté des élèves, ils ne participent pas au choix des expériences et de leurs objectifs, ni à l'élaboration des protocoles expérimentaux. Cependant, dans les rares occasions qui leur sont données de manipuler, ils n'ont pas assez d'autonomie et ne travaillent pas à leur propre rythme. Ils sont guidés pas à pas par l'enseignant tout au long des activités vers des résultats préalablement fixés par ce dernier. L'auteur souligne que malgré les réelles difficultés d'apprentissage liées en partie au manque d'expérience, le rapport de l'élève à l'expérimentation et aux sciences reste favorable.

De leur côté, Gaidioz *et al.* (2004) ont mené une recherche sur comment aider l'élève à comprendre le fonctionnement de la physique et son articulation avec la vie quotidienne. Cette recherche est une réflexion issue des travaux d'un groupe de recherche et développement de l'Académie de Lyon (groupe « Outils »), soutenu et financé par l'INRP (Institut national de recherche pédagogique) et qui a réuni pendant trois ans (1998-2001), des chercheurs et des enseignants en éducation. Elle porte sur l'activité de modélisation en physique, en proposant des outils pédagogiques plus opérationnels pour aider l'élève à distinguer le monde matériel d'une part, les théories et modèles qui permettent de le décrire ou de l'interpréter d'autre part. De manière plus globale, ces auteurs ont approfondi leur recherche au sujet de l'activité de modélisation en physique, en proposant des outils plus opératoires pour enseigner afin d'aider l'élève à distinguer le monde matériel d'une part, les théories et modèles qui permettent de le décrire ou de l'interpréter, d'autre part. Au terme de leur recherche, ces auteurs proposent deux outils favorables à l'enseignement de la science : « marquer la distinction entre objets-événements et modèles, en explicitant d'une part les choix et démarches des physiciens, d'autre part les choix de l'enseignant lorsqu'il soumet à l'étude une situation matérielle et exercer sa vigilance quant aux termes qu'il utilise, en particulier lorsque le sens dans la vie quotidienne diffère largement du sens en physique ».

Diallo et Larcher (2009) ont abordé l'enseignement/apprentissage de la chimie dans le contexte africain. Même s'il s'éloigne du savoir à enseigner dans notre propre recherche, la pertinence au niveau expérimental de cette étude a attiré notre attention. Les auteurs ont travaillé notamment dans le contexte guinéen où l'enseignement des sciences ne repose pas sur des phénomènes et des expériences qui devraient servir de référence au discours. Ils ont mené une recherche collaborative entre l'école, des professeurs de chimie et des métiers qui s'inscrivent dans le champ de la chimie enseignée au collège : forgerons-orfèvres, savonniers,

charbonniers, saliniers, bouilleurs, plasticiens, etc. Le cœur du travail se concentre sur les discours des artisans sur leurs pratiques, afin d'identifier ce qui est compatible avec le discours scientifique et ce qui devrait faire l'objet d'un travail critique.

Diallo et Larcher (2009) soulignent qu'en Guinée Conakry, les programmes d'enseignement des sciences ont pour objectifs du savoir au savoir pratique (savoir-faire) dans la vie courante. C'est dans cette optique que ces auteurs ont mené une recherche auprès des artisans guinéens chimistes afin de recenser leurs points de vue sur le lien entre savoir et savoir-faire. Les artisans proposent que l'apprentissage par observation et imitation à travers des objets pédagogiques appropriés soit le moteur essentiel des différents apprentissages. Pour les chercheurs, proposer des activités de classe en s'appuyant sur des actions des artisans constitue une tentative didactique dans l'optique de créer un climat de développement des notions scientifiques chez les élèves. Pour ce faire, il faut trouver chez les professionnels des matériels, des outils, des objets, ..., repérer les gestes et les techniques, les savoirs d'explication et les savoirs d'action des artisans et enfin mettre en relation ces savoirs aux savoirs académiques. L'enquête menée auprès des enseignants, relative au point de vue sur la relation entre école et milieu social de l'élève, montre que ces derniers expriment leur regard du côté des savoirs des praticiens : « il faut tenir compte dans les propositions d'activités articulant les savoirs de l'école et savoirs des praticiens » (Diallo et Larcher, 2009). Ils ont pour objectif de favoriser le développement des savoirs scolaires de chimie en articulant sur le monde extérieur à travers des pratiques sociales présentes au quotidien afin de palier au problème de « référent empirique ».

### **3.4 Les recherches sur l'activité expérimentale dans l'enseignement de l'électricité**

Louyindoula Bangana Yiya (2017) a travaillé sur « l'impact des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes d'électromagnétisme ». La recherche a été menée dans le contexte congolais où l'enseignement de la physique se heurte à de nombreuses difficultés et où l'amélioration des méthodes d'acquisition des connaissances chez les apprenants a préoccupé les acteurs directs et indirects du système éducatif. Dans ses travaux de recherche, l'auteur montre que les recherches récentes dans le domaine de l'enseignement de la physique ont montré que les difficultés d'apprentissage sont en partie responsables des échecs observés notamment dans cette discipline. Cet auteur a émis une hypothèse selon laquelle certaines de ces difficultés trouvent leur origine dans l'absence de mise en œuvre d'activités expérimentales.

La particularité de son travail repose sur la conception des activités expérimentales au programme à partir d'objets récupérés, notamment en électromagnétisme et sur la vérification de l'impact positif ces activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes

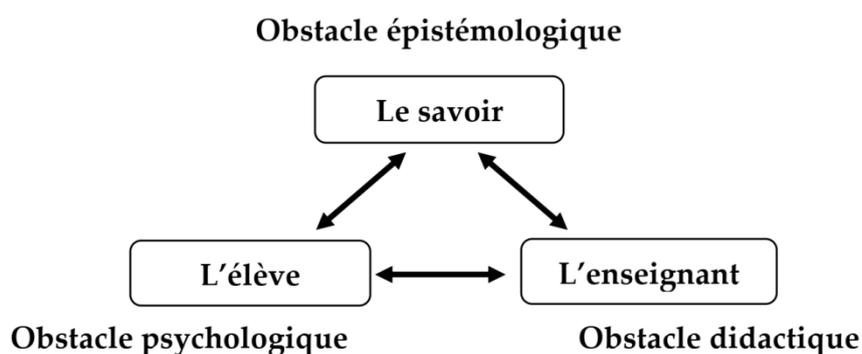
électrique chez les élèves. La méthodologie adoptée dans ce travail de recherche repose sur l'observation de classe, un questionnaire adressé aux élèves des classes de première scientifique (séries C et D) des lycées d'enseignement général Javouhey, Chaminade et Lumumba à raison de trois (3) classes par établissement réparties comme suit : une (1) classe témoin et deux (2) classes expérimentales. Un entretien semi-dirigé a été appliqué aux enseignants des mêmes établissements de la ville de Brazzaville. Les résultats obtenus par cet auteur ont montré que l'hypothèse émise a été affirmée. En effet, il apparaît que les résultats des classes expérimentales sont meilleurs que ceux des classes témoins et que les enseignants éprouvent des difficultés à enseigner certaines notions sans réaliser d'activités expérimentales.

De son côté, Chekour (2019) a travaillé sur un sujet intitulé « Contribution à l'amélioration d'acquisition de concepts en électricité chez les lycéens marocains ». Son travail de recherche consiste à repérer les facteurs qui influencent l'acquisition des concepts de l'électricité chez les lycéens dans le contexte marocain. L'objectif de sa recherche est de proposer quelques pistes de solutions afin de contribuer à l'amélioration de l'acquisition de ces concepts chez les élèves marocains. La méthodologie utilisée dans cette recherche est de deux types. L'une, dite qualitative, tente de regrouper le maximum d'informations sur les difficultés de l'enseignement et de l'apprentissage des concepts de l'électricité à partir de quelques entretiens avec des enseignants de sciences physique ainsi qu'avec leurs élèves. L'autre, de nature quantitative, est basée sur deux questionnaires, le premier destiné aux enseignants de sciences physiques, le deuxième visant les lycéens de TCS. Les principaux résultats de ce travail de recherche montrent que les enseignants de sciences physiques du secondaire ont besoin d'une formation continue à distance, axée sur l'intégration des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et notamment la simulation. Une partie de ses études propose une solution pour remédier au problème du manque d'activités expérimentales dans les laboratoires marocains. En termes de solution, l'auteur propose la simulation et la démarche d'investigation. Pour lui, l'utilisation de cette démarche en présence d'un logiciel de simulation permet de simplifier davantage les systèmes réels étudiés, de comprendre les phénomènes cachés, de motiver les apprenants et d'augmenter leurs autonomies. En effet, les résultats montrent une perception générale positive de l'effet de la simulation sur la motivation des apprenants. Pour l'auteur, cette recherche est récente et unique en son genre au Maroc et apporte de nouvelles données sur l'enseignement de l'électricité dans le cycle secondaire qualifiant. Sa contribution originale est de mieux comprendre les obstacles qui gênent l'enseignement de l'électricité. Elle offre également des solutions opérationnelles à ces obstacles.

Les recherches menées dans différents pays pointent cependant de réelles difficultés rencontrées par les élèves à faire le lien entre les expériences et les théories. Les activités expérimentales donnent peu l'occasion aux élèves de parler de l'électricité, la réalisation des manipulations et des mesures occupant une part importante de leurs temps (Niedderer et *al.*, 2002) et donnant lieu à des activités de routine, au détriment de la réflexion théorique et de la réflexion sur l'expérience (Hucke et Fischer, 2002). Cependant, notre problème est de savoir quels sont les obstacles liés à cet apprentissage ? Dans la suite de notre étude, nous allons examiner les différentes causes de ces obstacles.

### 3.5 Les obstacles liés à l'apprentissage de la physique

Les causes des obstacles peuvent être : épistémologiques, psychologiques (cognitives) ou didactiques.



**Figure 6** : les différents types d'obstacles (Robardet et Guillaud, 1997)

La structure didactique au sens du Johsua (1984) également appelée « triangle didactique » impose des contraintes particulières aux trois acteurs (l'enseignant, l'élève et le savoir) présents sur la scène de l'enseignement (Boilevin, 2000). Mais elle-même est soumise à des contraintes extérieures et/ou intérieures qui peuvent expliquer, au moins partiellement, certaines de ses évolutions.

#### 3.5.1 Les obstacles épistémologiques

Les obstacles épistémologiques consistent à se poser la question de nature profonde de la discipline qu'on est en train d'enseigner. Par exemple en physique, cela revient à se poser les questions suivantes : que font finalement les physiciens, à quoi servent-ils, comment « fonctionnent-ils », qu'est-ce qui légitime un certain nombre d'actions dans cette discipline, actions qui ne seraient plus forcément pertinentes si on les effectuait de la même façon dans les disciplines voisines ? Qu'est-ce qui valide la discipline ?

La notion d'obstacle « épistémologique » a été introduite par Bachelard (1938). Il identifiait l'obstacle comme étant « des causes d'inertie » provoquant des lenteurs et des troubles chez les élèves. De plus, Bachelard considérait ces obstacles épistémologiques comme le moteur de

l'évolution de la connaissance, puisqu'ils constituent la rupture qui dynamise le progrès de la connaissance.

Ce sont des obstacles en lien avec la nature du savoir qui fait l'objet de l'enseignement, sa légitimation par rapport au savoir savant, et donc ce sont en partie des obstacles que l'on pourrait qualifier de « sociales » (Bachelard, 1938).

La connaissance actuelle de la nature du savoir scientifique impose une nouvelle approche de son enseignement : « les caractéristiques des concepts et des modèles imposent des obstacles quant à leur mode de construction. Un mode inductif qui fonctionne assez bien au plan cognitif, n'est pas toujours possible... », même si « les difficultés liées aux démarches hypothétiques... », justifient parfois son emploi (Lemeignan et Weil-Barais, 1993, p. 185).

En référence au savoir savant, l'élève doit apprendre le rôle du modèle, invention des scientifiques, sa distance et sa fonction par rapport au réel. Mais l'élève ne peut le construire entièrement seul : ce sera à partir d'éléments fournis, qu'il devra s'approprier et enrichir de propriétés, de relations, qu'il bâtira peu à peu un modèle représentant, pour lui, un fonctionnement du circuit électrique qui soit explicatif et prédictif (Rouffiac-Missonnier, 2002).

Ainsi, l'analyse épistémologique des contenus à enseigner, en éclairant la nature inventée, construite, hypothétique et révisable de la connaissance scientifique conduit à émettre l'hypothèse que l'enseignement ne peut plus se limiter à un cours magistral purement transmissif. Toutefois, l'élève ne peut pas réinventer et reconstruire seul : le transmissif apparaît nécessaire à condition de correspondre à un besoin, venir en réponse à une question de l'élève, ce qui situe son niveau d'apprentissage « l'apprentissage se situe au sein d'une démarche active de résolution de problème ayant du sens pour l'élève » (Closset, 2000).

### ***3.5.2 Les obstacles psychologiques (cognitifs)***

L'obstacle cognitif signifie de quelle façon finalement on peut apprendre, de quelle façon fonctionne la transmission des connaissances. Les modèles cognitifs sont eux, en un certain sens, moins liés à la discipline considérée que l'épistémologie, même s'il y a un certain nombre de composantes qui sont spécifiques de la discipline qu'on enseigne.

### ***3.5.3 Les obstacles didactiques***

Brousseau parle aussi de l'obstacle mais cette fois-ci de l'obstacle didactique. Si les choix pédagogiques de l'enseignant ou du système éducatif sont erronés, ces derniers vont fonctionner comme obstacle à l'apprentissage des nouvelles connaissances et induire l'élève

en erreur. Cet auteur se dit touché parce que l'enseignant ne se rend pas compte de l'existence des obstacles qui bloquent ses élèves et empêchent l'acquisition du savoir scientifique.

En dépit des obstacles liés à l'apprentissage, De Vecchi et Giordan (2002, p. 28) attirent notre attention que : « ne pas exprimer les conceptions des apprenants, c'est considérer ces derniers comme absents du processus d'apprentissage. Cela risque fort de les empêcher de construire leur propre savoir [...] et de réduire vos efforts à peu de choses ».

### **3.6 Les conceptions des élèves**

De nombreux travaux de didactique montrent que les élèves ont du mal à comprendre les phénomènes électriques puisqu'ils les trouvent très difficiles (Tiberghien, 1989 ; Robardet, 1995, ...). Ces études ont montré que les enseignants, de par la nature même de leur fonction, transmettraient probablement leurs propres représentations de la science, de ses méthodes... et renforceraient par la même occasion certaines difficultés chez les élèves. Dans cette section, nous présentons certaines définitions de la notion de conception et nous explicitons certains constats liés l'enseignement/apprentissage de l'électricité.

#### ***3.6.1 Différentes définitions du concept de conception***

Le mot conception nécessite quelques éclaircissements, surtout en ce qui concerne le sens que nous lui attribuons et l'usage que nous en ferons dans ce travail de recherche. C'est un concept utilisé dans de nombreux champs disciplinaires tels que, la psychologie cognitive, la psychologie sociale, l'épistémologie, etc. La terminologie concernant les conceptions d'élèves varie selon les auteurs (Joshua et Dupin, 1993). Nous ne conserverons ici que ce qui présente un intérêt en didactique.

Ce concept est fortement utilisé dans un sens plus large (Giordan, 1996 ; Viennot, 1996) qui englobe à la fois une partie des représentations, des connaissances et des savoirs.

« Une conception, ce n'est pas ce qui émerge : c'est un modèle explicatif sous-jacent » De Vecchi et Giordan (2002, p. 55). Il s'agit plutôt d'une idée sous-jacente qui est à l'origine de ce que pensent, disent, écrivent, dessinent les élèves. Ces auteurs ont pris comme exemple en électricité : qu'il est fréquent de penser que « la pile fournit quelque chose, l'énergie, à l'ampoule qui va l'utiliser » ou qu' « une résistance use le courant » (*Ibid.*, p. 56). Cet exemple est en relation avec le fait que l'on se représente le courant électrique comme une substance (De Vecchi et Giordan, 2002).

Giordan et De Vecchi (1987) définissent le concept « conceptions » comme « un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes et explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations problèmes et traduisant une structure mentale sous-jacente

responsable de ces manifestations contextuelles ». En d'autres termes, les conceptions chez les élèves correspondent à une structure de leur pensée sous-jacente, à un modèle explicatif simple, logique et organisé (De Vecchi et Giordan, 2002, p. 62) dont les origines sont diverses, et qui peut être utilisé dans une situation donnée pour poser ou résoudre un problème.

Ainsi, on peut définir la conception comme une image mentale sur le monde que se fait tout individu avant, pendant ou après enseignement. Ces conceptions peuvent être vraies ou fausses.

Il est souvent difficile de parler de conceptions fausses ou vraies (Giordan et De Vecchi, 1989) dans de champ de validité d'une conception. C'est-à-dire que l'enseignant pourra conserver cette dernière acception tant qu'elle permettra la compréhension des phénomènes et tant qu'elle sera adaptée aux prévisions aux portés des élèves. En d'autres termes, « lorsqu'on atteindra son niveau de rupture, il sera à temps d'en changer. C'est l'enseignant qui doit choisir le domaine de validité du concept que les apprenants abordent » (*Ibid.*, p.170).

Astolfi (2006) définit le mot « conceptions » chez les élèves, comme étant un ensemble des connaissances de l'élève sur un sujet précis. L'auteur met plutôt l'accent sur le fait que ces conceptions représentent le « déjà-là » de l'élève, c'est-à-dire, elles sont à la fois des idées déjà là, et des élaborations spécifiques des élèves confrontés à une tâche.

Selon Tiberghien et Vince (2005, p. 1), « une conception est une procédure hypothétique ou un ensemble de connaissances mobilisées par le chercheur afin qu'elles soient attribuées aux élèves dans l'objectif de renseigner les conduites des élèves dans une situation donnée ». Ces procédures hypothétiques ainsi que cet ensemble de connaissances doivent être trouvées chez plusieurs élèves pour constituer une conception. Pour ces auteurs, les conceptions se présentent comme un ensemble d'informations, d'attitudes et d'opinions, formant un système explicatif personnel, structuré et organisé, ayant comme fonction principale l'appréhension du monde physique.

Nous allons tenter d'étudier au paragraphe suivant les recherches menées sur les conceptions d'élèves dans l'enseignement de l'électricité.

« Si, à première vue, travailler sur les conception des apprenants peut être perçu comme une perte de temps, l'expérience montre qu'il est indispensable de les prendre en compte... à la condition de ne se pencher sur celles qui en valent la peine. Et si vous essayez de repérer quelques représentations qui posent à vos élèves ? » (Giordan et De Vecchi, 2002, p. 54)

« Ne pas faire exprimer les conceptions des apprenants, c'est considérer ces derniers comme absents du processus d'apprentissage. Cela risque fort de les empêcher de construire leur propre savoir... et de réduire vos efforts à peu de choses » (Giordan et De Vecchi, 2002, p. 28)

### ***3.6.2 Les recherches sur les conceptions des élèves en électricité***

De nombreuses recherches ont été menées en didactique (De Vecchi, Giordan et Martinand, 1989 ; Nkolo, 2000 ; Seck, 2000) ; etc.), portant sur les conceptions dans l'enseignement de l'électricité. Mais, à notre connaissance, il y a peu de recherches réalisées sur ces conceptions incluant les activités expérimentales en absence de matériel didactique. Ces recherches nous ont permis d'identifier un certain nombre de conceptions des élèves. Nous présentons ici celles qui nous sont apparues les plus importantes dans la compréhension, ou l'incompréhension, par les élèves des phénomènes électriques.

Les travaux de Missonnier et Closset (2004) montrent que les élèves rencontrent des difficultés importantes au niveau des concepts et du raisonnement (difficultés lexicales, par exemple) lors de la compréhension des concepts de l'électricité. Ces auteurs ajoutent que « les élèves arrivent en classe avec des représentations efficaces au quotidien, qui se révèlent tenaces et résistantes à l'enseignement ». Ces élèves confondent parfois les mots schéma, circuit et dessin.

A la suite des travaux de Missonnier et Closset (2004), Bécu-Robinault et Buty (2007) soulignent que de nombreux élèves pensent aussi que la pile fournit la même « quantité de courant » indépendamment du circuit auquel elle est connectée, et que le courant s'use peu à peu en traversant les ampoules.

Dans la même perspective, Tiberghien, Psillos et Koumaras (1995) ont montré que chez les élèves, il n'y a pas de différence entre les concepts de courant, d'intensité, de tension et d'énergie. Ils insistent sur le fait que les raisonnements des élèves sur un concept scientifique, par exemple, constituent un préalable indispensable à la construction du savoir. Comme le souligne Johsua (1984), certains élèves utilisent le concept de tension comme ayant approximativement les mêmes propriétés que celui d'intensité : le raisonnement se fait en termes de courants et la tension ou de différence de potentiel (ddp) apparaît comme une grandeur non pertinente.

Les travaux menés par Closset (1983, 1989) sur l'enseignement de l'électrocinétique montrent que le raisonnement séquentiel des élèves, fortement lié aux analogies hydrauliques, c'est-à-dire fondé sur le substantialisme, constitue un blocage à l'apprentissage des notions de l'électrocinétique.

Joshua et Dupin (1988) ont réalisé une étude en électricité sur le fonctionnement des circuits électriques auprès d'élèves de classes de 3ème et deux classes de 4ème des collèges en France. Les résultats de leurs travaux montrent que, malgré l'apport « d'une analogie modélisante », les élèves n'arrivent pas à lier ou à comparer bon nombre de phénomènes électriques notamment la circulation des charges à l'écoulement d'eau, l'intensité du courant au débit d'eau, etc.

Paratore (2008), au cours d'une étude menée auprès des élèves d'une classe de 3ème de collège en France à propos de la définition des termes schéma et circuit, a conclu que la majorité de ces élèves pensent qu'il existe une différence entre les concepts de schéma et de circuit.

### ***3.6.3 Les conceptions des enseignants sur l'aspect expérimental de la physique***

Les recherches sur les conceptions des élèves ont amené les chercheurs à se pencher sur celles des enseignants à propos de la science et de son enseignement. Entre autres, plusieurs chercheurs (Robardet et Guillaud, 1997 ; Diallo et Larcher, 2009 ; Tiberghien, 1989 ; Caillot, 1985 ; Closset, 1983, 1989 ; Paratore, 2008 ; etc.) ont mené des études autour de l'analyse des pratiques, des méthodes telles qu'elles sont réalisées et telles qu'elles devraient l'être dans le meilleur des cas. Ces travaux ont montré que les enseignants, de par la nature même de leur fonction, transmettraient probablement leurs propres représentations de la science, de ses méthodes... et renforceraient par la même occasion certaines difficultés chez les élèves.

L'enseignement des concepts aux élèves nécessite d'abord de connaître leurs visions (conceptions) concernant les concepts à enseigner. Dans la littérature, plusieurs travaux de recherche ont porté sur les conceptions sur l'enseignement de la physique et particulièrement en électricité incluant l'usage des matériels didactiques, mais, à notre connaissance, il y a moins de recherches réalisées sur les conceptions sur l'enseignement concernant les activités expérimentales en absence du matériels didactique (Kpokpolingou et Boilevin, 2021).

Taoufik et al. (2016) ont développé des recherches sur les infrastructures réservées aux activités expérimentales dans l'enseignement des sciences physiques aux collèges et les pratiques expérimentales des enseignants. Leurs résultats ont montré que l'absence de matériels didactiques ne facilite pas l'apprentissage et le développement des savoirs et des savoirs faire des apprenants. Dans cette condition matérielle, ces auteurs pensent que, la plupart des expériences réalisées, que ce soit auprès des enseignants ou des élèves, sont faites sous forme des expériences de cours (réalisée par l'enseignant lui-même) à cause des problèmes de pénurie de matériel expérimental, du caractère dangereux de certaines expériences, de l'inadaptation des locaux appropriés pour les travaux pratiques, de la

mauvaise gestion des laboratoires qui influencent sur le taux des expériences programmées réalisées et sur les pratiques expérimentales des enseignants.

### **3.7 Conclusion**

Nous avons passé en revue quelques travaux de recherche sur les activités expérimentales au regard des didacticiens (Robardet et Guillaud, 1997 ; Orange, 1997 ; Tiberghien, 1989 ; Closset, 1983, 1989 ; Boilevin, 2013 ; etc.).

Dans le contexte de notre travail, nous nous intéressons au rôle des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique. Ce choix nous a permis d'identifier les enjeux et les défis liés aux activités expérimentales dans l'enseignement de l'électricité, dont le plus important est la difficulté (obstacles), aussi bien chez les élèves que chez les professeurs, à articuler un registre empirique et un registre théorique au cours des pratiques expérimentales en classe. Ces didacticiens proposent de caractériser la pratique expérimentale selon les objectifs suivis et de repenser l'expérimental en tant que construction et résolution de problèmes.

Les enjeux sont ainsi identifiés. Mais même si de nombreuses recherches ont été menées sur l'enseignement de l'électricité, « il n'y a pas » ou peu de travaux, à notre connaissance, sur l'enseignement de l'électricité sans matériels didactiques et avec un effectif pléthorique. Pour notre part, nous avons choisi d'étudier cette problématique dans le contexte centrafricain.

## **CHAPITRE 4**

### **CONTEXTUALISATION ET PROBLEMATISATION DE LA RECHERCHE**

## **Plan du chapitre 4**

### **Introduction**

#### **4.1 Contexte et objet de la recherche**

4.1.1 Contextualisation de la recherche

4.1.2 Objectif de la recherche par rapport aux constats dans les collèges centrafricains

#### **4.2 Motivations pour l'apprentissage de science physique**

4.2.1 Les recherches sur la motivation des élèves

*a. Du concept motivation*

*b. Recherches sur la posture de l'élève et apprentissage*

4.2.2 Comportement des élèves face à la science physique

#### **4.3 La motivation des élèves pour la physique au collège centrafricain**

4.3.1 Le manque de motivation chez les élèves

4.3.2 Le manque d'implication des élèves dans les activités expérimentales

#### **4.4 Le programme d'enseignement centrafricain et les directives officielles**

4.4.1 Aperçu du cadre d'enseignement/apprentissage de la physique au collège

4.4.2 Elaboration du programme de science physique

4.4.3 Les objectifs du programme actuel pour les élèves

4.4.4 Les objectifs du programme actuel pour les enseignants

4.4.5 L'électricité dans le programme scolaire au collège en Centrafrique

4.4.6 L'horaire global consacré à l'électricité

4.4.7 Des injonctions paradoxales

#### **4.5 Contraintes dans l'enseignement de physique au collège centrafricain**

4.5.1 Les effectifs pléthoriques des classes

*a. Taille des classes et gestion des classes*

*b. Influence de l'effectif pléthorique sur la qualité de l'enseignement*

*c. Influence de l'effectif pléthorique sur la performance des élèves*

*d. Influence de l'effectif pléthorique sur les conditions de travail de l'enseignant*

4.5.2 L'absence des matériels didactiques

## 4.6 Questionnement initial

## **Introduction**

Dans le contexte de la place qu'occupent les activités expérimentales dans l'enseignement de la physique, ce chapitre vient préciser le contexte et ouvrir de précieuses pistes de recherche. Pour cela, nous donnons brièvement un aperçu des conditions de l'enseignement/apprentissage et des contraintes y relatives dans le contexte centrafricain afin de mettre en relief ce qui détermine la particularité des activités expérimentales, du point de vue de l'enseignement de l'électricité, du point de vue des enseignants chargé de leur mise en œuvre et du point de vue de la structure de la classe (matériels didactiques et effectif des élèves).

### **4.1 Contexte et objet de la recherche**

#### ***4.1.1 Contextualisation de la recherche***

L'enseignement de science physique a été introduit dans le système éducatif centrafricain depuis 1966 (AS, 2019)<sup>38</sup>. Malgré la forte orientation sociale vers le monde des sciences, on enregistre moins de vingt lycées scientifiques publics dans le pays. Le nombre d'enseignants dans cette discipline au niveau des établissements secondaires reste très insuffisant. Dans cette discipline, il n'y a pratiquement pas de documents édités sur place qui prennent en compte la réalité du programme national depuis l'indépendance de 1960 jusqu'à ce jour.

Les conséquences de ces crises politico-militaires à répétition ont appauvri le pays et les laboratoires, les matériels didactiques et les salles d'expériences sont quasiment inexistantes. De surcroît, les effectifs pléthoriques (60 à 200 élèves par classe) constituent une entrave fondamentale lorsqu'on cherche à donner un enseignement de qualité. Si bien que les jeunes professeurs sortants de l'École Normale Supérieures (ENS) de Bangui éprouvent des difficultés d'ordre matériel pour mener leurs activités pédagogiques selon les normes requises et pour répondre aux principes didactiques prescrits. Ce qui fait que l'enseignement de science physique qui devait respecter le principe de l'approche OHERIC<sup>39</sup> selon OXYGENE<sup>40</sup> n'est devenu que théorique faute de structure d'accueil adaptée.

Pour la plupart des enseignants centrafricains que nous avons rencontrés lors des entretiens, ces effectifs pléthoriques conduisent à des notes qui ne reflètent pas le niveau véritable des élèves. Pour eux, ce phénomène est à la base de l'échec et de la démotivation pour la plupart des apprenants. Comme le souligne Giordan (1996, p. 1) : « les élèves n'ont plus de goût pour les études », c'est très souvent ce que constatent les enseignants sans en analyser les causes. Les résultats des recherches didactiques sur l'apprentissage sont très nets : l'apprenant

---

<sup>38</sup> Annuaire Statistique DGESP, 2018-2019

<sup>39</sup> Observation, hypothèse, expérience, résultat, interprétation, et conclusion

<sup>40</sup> Manuel scolaire élaboré en 2000 par l'Association des Enseignants de Sciences Physiques de Centrafrique en abrégé AESPCA.

apprend au travers de ce qu'il est et à partir de ce qu'il connaît déjà. Avant tout enseignement, ce dernier possède une foule de questions, d'idées et de façons de raisonner sur la société, l'école, les savoirs, l'environnement et l'univers. Tous ces éléments orientent son approche.

C'est pourquoi, beaucoup de défis restent à relever dans le contexte centrafricain : rendre expérimental l'enseignement de science physique en tenant compte des effectifs pléthoriques.

Préoccupés constamment par le « comment » améliorer notre pratique de classe, nous avons recherché, à divers niveaux de notre cursus professionnel, les difficultés éprouvées par les enseignants centrafricains de sciences physiques. Force est de constater que les difficultés dans leurs pratiques enseignantes deviennent de plus en plus récurrentes et continuent de se poser avec autant de sensibilité qu'on en vient à se demander si les recherches n'ont jamais eu lieu dans ce type de situation.

C'est dans ce contexte que nous avons envisagé de commencer cette recherche en thèse afin de cerner la réalité et d'envisager quelques pistes de solution. Nous rappelons que cet intérêt manifesté nous a été rendu possible par une expérience professionnelle (4 ans) en tant que formateur à l'École Normale Supérieure (ENS).

#### ***4.1.2 Objectif de la recherche par rapport aux constats dans les collèges centrafricains***

Nous sommes partis des constats réalisés pendant les suivis et l'évaluation des élèves-professeurs (les stagiaires) en cours de formation à l'ENS. Ces constats relèvent que, pour la plupart des stagiaires que nous avons observés, leurs activités se limitent à la gestion du temps lorsqu'ils conçoivent et mènent leurs séances de classe. Leur souci principal est de finir la leçon du jour initialement prévue dans le temps imparti à la séance, sans pour autant mettre un accent particulier sur l'activité productive des élèves, qui n'est rien d'autre que la réalisation de la tâche (c'est-à-dire que le sujet agit sur le réel) et sur l'activité constructive qui explique les effets de la réalisation de la tâche sur le sujet (c'est-à-dire que le réel agit sur le sujet) (Pastré, 2007). Tout porte à croire que les activités expérimentales réalisées (ou non) en classe par ces stagiaires pendant le cours ne sont pas porteuses de sens pour les élèves. Ces derniers ne perçoivent pas le plus souvent le lien entre la théorie et l'expérience. De plus, ils ne peuvent pas manipuler eux-mêmes par manque de matériels didactiques disponibles. Ces constats nous ont amené à réfléchir en particulier sur le rôle qu'occupent les activités expérimentales dans l'enseignement de l'intensité du courant au collège en Centrafrique.

Dans la perspective de ce travail, nous avons choisi de mener une étude auprès de quelques enseignants centrafricains de science physique. Il s'agit d'observer comment ceux-ci articulent les activités expérimentales pour construire le savoir lors d'une séance d'enseignement de l'intensité du courant électrique. Notre objectif principal de recherche est

d'analyser les pratiques qui s'incarnent dans les préparations de séances, les mises en œuvre que les enseignants peuvent adapter par rapport aux prescriptions officielles, compte tenu des contraintes de la situation de travail (Rogalski et Robert, 2015). Dans tous les cas, notre intention consiste à faire émerger la pratique enseignante et notamment la conception du savoir et les tâches liées aux activités de l'enseignant.

## **4.2 Motivations pour l'apprentissage de science physique**

Dans cette section, nous allons justifier le choix de l'activité expérimentale dans l'enseignement de l'électricité dans le contexte centrafricain.

### ***4.2.1 Les recherches sur la motivation des élèves***

#### *a. Du concept motivation*

La motivation étant par définition « ce qui meut » (CNRTL<sup>41</sup>, 2005), il est délicat de percevoir ce terme de manière objective. Ici, nous nous intéressons à la motivation scolaire, celle-ci étant une partie du spectre de la motivation, il est d'autant plus difficile de la rendre objective. Nous allons nous intéresser aux recherches menées sur la motivation tout en tenant compte de notre contexte d'étude.

Vianin (2007) définit la motivation de manière suivante : « En éducation, on appellera motiver le fait d'utiliser et de renforcer les impulsions propres de la personne à éduquer pour se rapprocher d'un objectif éducatif ou pédagogique concret ». Pour Fenouillet (2017), la motivation d'un individu est relative à son attente de réussir et la valeur qu'il accorde à cette réussite. De son côté, Viau (2002) définit la motivation comme « un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but ».

Au regard de ces définitions, il semble que pour Vianin (2007), l'enseignant puisse s'appuyer sur une forme intrinsèque de motivation chez l'élève afin de l'amener à l'apprentissage. Cela implique donc que l'apprenant possède préalablement une forme de motivation pour l'enseignement proposé.

Cependant Fenouillet (2017) évoque, tout comme Vianin, l'existence de deux motivations : la motivation intrinsèque, propre à l'élève et à son intérêt pour le sujet et la motivation extrinsèque, qui est liée à ce que l'élève pense pouvoir extraire de l'activité, le bénéfice qu'il en retire, le plus souvent, une « bonne note » lors d'une évaluation et manipuler pendant les activités expérimentales.

---

<sup>41</sup> Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

Ce que Viau (2002) appelle la motivation est ainsi une association complexe entre la modalité d'apprentissage abordée et les expériences passées et présentes de l'élève. La motivation de l'élève est donc, pour Viau, en grande partie supportée par l'avis qu'il a sur ses capacités et compétences à résoudre la tâche proposée. L'auteur souligne que le fait pour l'élève de « s'engager cognitivement » dans l'activité « jusqu'à ce qu'il ait atteint le niveau de performance qu'il désire atteindre ». Viau propose trois sources de motivation chez les apprenants : la valeur attribuée à la tâche ; la compétence face à la tâche et le contrôle de la mise en œuvre. La valeur attribuée à la tâche permet de comprendre en quoi l'élève considère la tâche utile pour lui-même. Cependant, la compétence face à la tâche permet à l'élève de se sentir en mesure de résoudre cette tâche par lui-même. Enfin, le contrôle de la mise en œuvre donne la possibilité à l'élève d'effectuer la tâche telle qu'il l'entend.

Selon Viau (2002), plusieurs leviers semblent pouvoir être utilisés par l'enseignant pour gérer la motivation de l'élève. L'enseignant peut penser ses activités comme des défis pour attirer l'élève, mais peut également utiliser les liens qu'il rencontre.

#### *b. Recherches sur la posture de l'élève et apprentissage*

La motivation des élèves fait l'objet de plusieurs travaux de recherche en sciences de l'éducation. C'est un sujet préoccupant dans les établissements scolaires. Celle-ci varie tout le temps d'un élève à un autre (Lacroix et Potvin, 2009). La motivation de certains élèves baisse au cours de leurs études primaire, secondaire..., puisque leurs études les intéressent de moins en moins au fil des classes (Dubet, 2004). C'est au collège que cette motivation se pose avec le plus d'acuité puisque, d'une part, c'est un endroit « invivable car déchiré entre deux objectifs : celui de scolariser tous les élèves tels qu'ils sont et celui de les faire entrer dans une culture scolaire complètement définie par le lycée » (Dubet, 2004, p. 633) et puisque, d'autre part, on s'y heurte à des adolescents difficiles à motiver en tant que tels (*Ibid.*, p. 634). La démotivation conduisant inévitablement à l'absentéisme, l'obtention de mauvaises notes et, éventuellement, l'abandon scolaire très fréquent chez les élèves (Karsenti, 1997, p. 6).

Afin de mieux comprendre la contribution de la motivation dans l'apprentissage des élèves en lien avec ce que révèlent les travaux de certains chercheurs, Wang et *al.* (1993, cité par Viau, 2002, p. 2), suggèrent de considérer que « la motivation, tout comme des stratégies d'apprentissage efficaces, fait partie des sept éléments les plus importants à considérer pour expliquer le succès scolaire ». C'est pourquoi Bouffard (2011), affirme, à la lumière de ses études menées sur des milliers d'élèves, que la variable clé associée à l'apprentissage effectif des élèves n'est pas l'intelligence, mais la motivation. Elle insiste sur le fait que la motivation de l'élève se manifeste par son sentiment d'efficacité personnelle qui le rend réceptif à l'apprentissage. En se plaçant dans la relation entre motivation et l'apprentissage, la

motivation de l'apprenant est un facteur clé dans son apprentissage, comme le propose Laferrière (1997, cité par Karsenti, 1997).

A l'instar de Karsenti (1997), Viau (2002) voit plutôt la motivation comme une condition nécessaire à l'apprentissage pour tous les élèves. Cependant, il pense que : « pour apprendre, il faut donc pouvoir, c'est-à-dire avoir de bonnes stratégies et il faut vouloir, c'est-à-dire être motivé » (p. 2). A la suite de ces auteurs, Lacroix et Potvin (2009, p. 4) ajoutent que « La motivation est essentielle à la réussite éducative des élèves et les intervenants scolaires peuvent contribuer à son développement ».

Karsenti (1997) attire notre attention sur le fait que la motivation accrue des apprenants passe, entre autres, par l'amélioration des interactions enseignant/enseigné, l'enthousiasme de l'enseignant et l'optimisation de l'organisation des situations d'enseignement/apprentissage. Cependant, cela n'est pas une tâche facile car chaque discipline a sa particularité. De manière plus globale, le degré de démotivation des élèves varie d'une discipline à une autre et se trouve très élevé en science physique (Venturini, 2007). Dans la sous-section suivante, nous explicitons le comportement des élèves face à la science physique qui s'avère, dans la plupart des cas, très négative.

#### ***4.2.2 Comportement des élèves face à la science physique***

Bien que l'envie d'apprendre les sciences n'est pas très développée de nos jours (Venturini, 2007), certaines recherches (Osborne et Dillon, 2008 ; Boilevin, 2013 ; Venturini, 2004 ; etc.) ont montré que la plupart des élèves développent leur intérêt et leur attitude à l'égard des sciences à l'école pendant leur jeune âge. Par conséquent, il faut des efforts beaucoup plus importants pour garantir que la qualité de l'enseignement scientifique à cet âge soit du plus haut niveau et que les possibilités de s'engager dans les sciences, tant à l'école qu'en dehors, soient variées et stimulantes. Ces recherches ont montré que le principal déterminant de l'intérêt des élèves est la qualité de l'enseignement. Un autre aspect de cette qualité, est la nature du curriculum, la discipline prise en compte, le niveau d'étude, le genre et l'environnement scolaire qui influencent les attitudes envers les sciences à l'école. Comme le souligne Venturini (2004, p. 3), « dans la plupart des pays, l'enseignement des sciences paraît aux élèves très peu attrayant, difficile, souvent théorique et décontextualisé, et ces perceptions conduisent à des attitudes négatives qui se détériorent au fil du temps ». (*Ibid.*, p. 3). Autrement dit, la complexité des concepts manipulés et l'abstraction croissante qui est en cause prend naissance dès le secondaire et évolue jusqu'au supérieur. Et donc, au fil du temps, les élèves ne trouvent plus de rapport entre les apprentissages qui leurs sont proposés et la vie quotidienne, ils ne les trouvent plus pertinents et par conséquent, s'en désintéressent.

Venturini (2007) parle plutôt d'attitude négative des élèves envers la science physique en lien avec leur environnement scolaire :

« En ce qui concerne l'environnement scolaire, il a une grande influence sur l'attitude des élèves envers les sciences. En effet, les élèves apprécient beaucoup plus les activités expérimentales que les activités écrites, de manière générale, selon eux, l'enseignement scientifique manque d'activités de discussion, particulièrement sur des aspects qualitatifs. Leurs attitudes sont favorablement influencées par les cours où ils peuvent fortement participer, dans lesquels l'enseignant apporte un soutien personnel important, met en œuvre des stratégies d'enseignement très variées, offrent une organisation lisible de l'enseignement, et propose une faible compétition envers les élèves » (*Ibid.*, p. 4).

### **4.3 La motivation des élèves pour la physique au collège centrafricain**

Dans l'enseignement de la physique au collège en Centrafrique, tous les élèves n'ont pas le même niveau et chacun d'eux rencontre en particulier des difficultés liées aux conditions de vie sociale. Ces difficultés surgissent de façon plus ou moins importante lors des séances consacrées à l'enseignement de la physique. Mais le professeur ne peut évidemment pas prendre en compte le cas particulier de chaque élève, il doit essayer d'intéresser et d'aider, dans la mesure de ses possibilités, l'ensemble de ses élèves compte tenu des situations matérielles.

#### ***4.3.1 Le manque de motivation chez les élèves***

La motivation est essentielle pour qu'un élève s'intéresse à une matière, ait envie de l'étudier. Or, nous avons eu plusieurs fois l'occasion de nous rendre compte dans les collèges centrafricains que beaucoup d'élèves ne se sentent pas motivés pour participer au cours de science physique. Dans la plupart des cas, ce n'est pas la majorité des élèves qui sont dans cette situation mais cependant, certains préjugés persistent et font que cet enseignement est perçu comme fatigant et ennuyeux. Certains élèves s'imaginent encore que la science physique se résume à des théories à apprendre par cœur et à une liste fastidieuse de formules à mémoriser, mettant de côté les activités expérimentales ! Heureusement que nous ne parlons là que de préjugés en lien avec nos constats lors des inspections des élèves enseignants de l'ENS de Bangui !

Cependant, les enseignants vont devoir essayer de réconcilier ces élèves avec le savoir enseigné et leur montrer quel en est l'intérêt et ce qu'ils peuvent leur apporter pour comprendre le monde dans lequel ils vivent. Les enseignants doivent aider l'élève à se construire des repères, à se forger des outils qui, accompagnés d'un minimum de connaissances, lui permettront de comprendre le monde dans lequel il est amené à agir en tant

qu'Homme et en tant que citoyen centrafricain. Si les élèves parviennent à comprendre l'utilité de ces savoirs et savoir-faire, leur motivation n'en sera que plus grande. D'autant plus que la science physique est une discipline faisant appel à des activités expérimentales très variées qui devraient éviter à l'ennui de s'installer.

Par ailleurs, les enseignants doivent réussir à motiver chaque élève, c'est-à-dire capter son attention pendant le cours. Ils doivent s'assurer de créer un climat agréable dans leur classe, qui ne sera pas troublée par des bavardages intempestifs d'élèves qui s'ennuient et cherchent à faire passer le temps en compagnie d'un camarade qui finira lui aussi par entrer à la tentation.

Cependant il n'est pas toujours facile, bien au contraire, de faire participer quatre vingtaines, voire une centaine d'élèves qui ont bien d'autres projets plus expérimentaux en tête.

#### ***4.3.2 Le manque d'implication des élèves dans les activités expérimentales***

Dans les collèges centrafricains, le manque d'implication des élèves dans les activités organisées pendant le cours reste d'actualité. Même si certains enseignants tiennent compte de cette implication pendant les activités de classe, certains élèves ne causent aucune gêne dans la classe et ne se font pas remarquer. Il n'en reste pas moins que les enseignants doivent les faire participer et les rendre actifs pendant la séance quelle que soient les situations de travail. Dans ce nouvel exemple, la tâche n'est pas plus facile. Ces élèves se retrouvent dans différentes catégories, si l'on peut bien sûr employer ce terme pour parler de ces derniers. Un élève passif peut très bien se présenter sous les traits d'une fille ou d'un garçon particulièrement sérieux, vif d'esprit mais dont la séance ne progresse pas suffisamment rapidement à son rythme pour le captiver. C'est aussi parfois un élève qui a des difficultés, en a conscience et n'ose pas intervenir soit théoriquement (réponses aux questions) ou expérimentalement (montage d'un circuit électrique) de peur de se tromper, de dire une bêtise sujette à moquerie de la part de ses camarades. Il passera donc l'heure sagement assis, en essayant de suivre le plus sérieusement possible le cours, mais sans rien dire, sans se faire remarquer et sans comprendre parfaitement la séance.

Les enseignants doivent être vigilants devant telle situation, repérer ces élèves qui peuvent à tout moment intervenir et essayer de captiver à nouveau leur attention. Ce travail n'est pas évident pour les enseignants centrafricains, surtout lorsque les situations de travail sont inadaptées (effectif pléthorique) et ils sont amenés à gérer concomitamment l'élève passionné qui a sans cesse des questions ou des remarques à faire ainsi que celui qui bavarde, au fond de la classe.

La tâche est extrêmement difficile pour ces enseignants et il est certain que ceux-ci ne pourront pas lors de chaque séance, encore moins lors des activités expérimentales, accorder un peu d'attention à un effectif écrasant d'élèves qui composent leur classe.

Cette difficulté constitue le quotidien de tout enseignant centrafricain de science physique, quel que soit le savoir mis en jeu. Cette difficulté n'est pas réellement insurmontable. Mais parfois, certains enseignants se trouvent confrontés à des situations bien plus complexes, comme le manque de matériels didactiques par exemple.

#### **4.4 Le programme d'enseignement centrafricain et les directives officielles**

##### ***4.4.1 Aperçu du cadre d'enseignement/apprentissage de la physique au collège***

Une grande partie des préoccupations actuelles concernant l'enseignement de la science physique au collège centrafricain, exprimée dans la prescription officielle, concerne le besoin de plus de mises en œuvre expérimentales, quelle que soient les contraintes existantes. Dans un tel contexte, il serait moralement discutable d'encourager ou de persuader les collégiens centrafricains de s'orienter vers des carrières scientifiques sans avoir la preuve d'une demande. En outre, la transformation de l'attitude des élèves centrafricains à l'égard des sciences est un projet à long terme. Même s'il était possible d'y parvenir facilement, il faudrait au moins des années avant de constater plus tard un changement notable.

L'objectif de l'enseignement scientifique devrait être, avant tout, d'offrir une éducation qui développe la compréhension des élèves à la fois de la connaissance scientifique mais également du fonctionnement de la science (Osborne et Dillon, 2008). En résumé, la science physique devrait offrir une éducation scientifique et non une forme de formation préprofessionnelle. A notre connaissance, le programme centrafricain de science physique au collège tente de répondre à deux objectifs : d'une part préparer une minorité d'élèves à devenir des professionnels de la science et des futurs scientifiques et, d'autre part, éduquer la majorité des élèves sur la science, dont la plupart suivront des carrières non scientifiques. Dans cette approche, seuls les élèves qui atteignent un niveau d'éducation scientifique relativement élevé développent un sens de la cohérence explicative de la science et de ses idées majeures.

Une autre approche de la question de l'engagement et de la motivation des élèves consiste à affirmer que le problème est que les élèves les plus doués sont insuffisamment stimulés par les sciences scolaires. Comme le soulignent Boyer et Tiberghien (1989), ainsi que Osborne et *al.* (1998), la science physique est seulement étudiée par les élèves les plus forts au détriment des autres qui préfèrent s'abstenir, puisqu'ils perçoivent la science physique comme la plus difficile (Havard, 1996). Il existe en Centrafrique certains lycées (exclusivement réservés aux

filières scientifiques tels que lycée Ben Rachid, lycée des Rapides, lycée Barthélémy Boganga, ...) où les élèves reçoivent un enseignement à un rythme accéléré, mais les élèves n'étant pas laissés libres d'apprendre les matières de façon indépendante. En outre, les élèves ont toujours tendance de déclarer qu'ils appréciaient le défi, les éléments enrichis et le fait de travailler avec leurs égaux. Un tel mécanisme - qui consiste essentiellement à faire de l'étude des sciences un sujet de haut niveau - est un moyen d'attirer les élèves les plus doués de ces établissements secondaires.

Malgré une forte orientation sociale vers le monde des sciences, on enregistre moins de vingt établissements scientifiques publics et privés en Centrafrique. Le nombre d'enseignants dans cette discipline au niveau des établissements secondaires reste très insuffisant (RESEN, 2018).

#### ***4.4.2 Elaboration du programme de science physique***

L'enseignement de science physique a été introduit dans le système éducatif centrafricain depuis 1966 (AS, 2019)<sup>42</sup>. Depuis l'indépendance, le programme de science physique, est élaboré sur le modèle français. Il n'y a aucun livre ni manuel de science physique édité qui prennent en compte la réalité du programme national depuis l'indépendance de 1960 jusqu'à ce jour. De plus, l'enseignement de cette discipline est dispensé en langue française.

Du fait que le programme d'enseignement souvent une copie de programmes étrangers, son contenu ne tient pas véritablement compte du contexte national. Il en résulte par exemple que l'élève centrafricain, assimilé pratiquement à l'élève français dans son contexte, éprouve d'énormes difficultés à tirer un réel profit à l'enseignement de la science physique surtout quand l'enseignant, qui n'a reçu aucune formation épistémologique et didactique, fait de la science physique en parlant, en dessinant et parfois en montrant des images. En outre, la faible proportion de filles entrant en série scientifique reste un problème persistant dans les établissements scientifique en Centrafrique. Les recherches ont montré qu'il existe une disparité importante entre les aspects de la science qui intéressent les filles et ceux qui intéressent les garçons (Osborne et Dillon, 2008), ce qui soulève la question de savoir dans quelle mesure les programmes d'enseignement actuels, copiés sur le modèle français, et qui sont très anciens, servent les intérêts des filles. C'est pourquoi nous pensons qu'un enseignement scientifique pour tous ne peut se justifier que s'il offre quelque chose de valeur universelle pour tous et non pour la minorité qui deviendra de futurs scientifiques.

---

<sup>42</sup> Annuaire Statistique DGESP, 2018-2019

#### ***4.4.3 Les objectifs du programme actuel pour les élèves***

Compte tenu de la position capitale qu'occupe le programme scolaire dans le processus d'enseignement/apprentissage, en tant que support didactique qui véhicule « l'objet de savoir à enseigner et savoir enseigné », et un produit de transposition didactique, qui subit un ensemble de transformations adaptatives pour être approprié (Chevallard, 1991, pp. 40-41), nous présentons les objectifs assujettis au programme d'enseignement de science physique.

Le programme traditionnel d'enseignement de science physique au collège en Centrafrique souffre d'un certain nombre de difficultés. Les connaissances sont généralement présentées sous forme de concepts fragmentés dont la cohérence globale n'est même pas entrevue, et encore moins saisie. En outre, le fossé se creuse entre le savoir à enseigner, axé sur la réalisation d'activité expérimentale et le savoir enseigné dans des conditions particulières de travail (problème d'effectif de la salle de classe, manque de matériel didactique, ...).

Toute politique d'enseignement et de formation doit répondre aux interrogations concernant le sujet à éduquer, à former ou à enseigner : le contenu du savoir et la participation de l'élève formé au devenir de la société centrafricaine. L'enseignement de la physique doit amener l'élève à changer d'attitude et de comportement. Le contenu des programmes d'enseignement doit être imprégné des données économiques, culturelles, politiques et philosophiques propres à la RCA tout en restant en accord avec les courants mondiaux de la science et de la technique modernes (RESEN, 2018). Force est de constater que ces objectifs ne sont plus d'actualités selon le contexte auquel la Centrafrique se trouve.

#### ***4.4.4 Les objectifs du programme actuel pour les enseignants***

Selon les textes officiels, l'enseignement de science physique ne doit pas se limiter à former des physiciens mais il doit développer chez l'apprenant des éléments d'une culture scientifique. Former des esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique, à l'honnêteté intellectuelle à travers la démarche expérimentale (SNSE<sup>43</sup>, 2008 – 2020). Ainsi, l'enseignant doit aider l'élève à construire le savoir, à partir de sa représentation initiale d'un objet pour accéder à une ou des représentation(s) plus rationnelle(s) et plus opérationnelle(s). Ces textes paraphrasent Bachelard pour lequel « la connaissance scientifique vient se substituer à une représentation initiale que l'apprenant avait d'un objet ». Pour cela, l'enseignant doit suivre une démarche d'enseignement/apprentissage appropriée. Les orientations définies par ce programme font référence entre autres à des fondements d'ordre pédagogique et didactique: « Les fondements pédagogiques théoriques privilégiés dans les programmes d'études selon l'approche par compétences à l'enseignement secondaire sont le

---

<sup>43</sup> Stratégie nationale du secteur de l'éducation, 2008 - 2020

cognitivism et le socioconstructivisme. Ces théories pédagogiques servent de base aux programmes de science physique. Ce faisant, l'apprentissage comme processus, la métacognition, les représentations, les conceptions de l'apprenant, les obstacles épistémologiques, les conflits cognitifs et les stratégies de travail sont pris en compte dans le processus d'enseignement/apprentissage » (SNSE, 2008 – 2020). Ces théories pédagogiques s'appuient, pour le développement des compétences, sur un ensemble de moyens matériels et méthodologiques qui placent l'apprenant en contact étroit avec l'univers naturel ou construit ; de ce fait l'apprenant potentialise sa capacité à comprendre son monde et son environnement, à agir sur eux en vue de leur exploitation judicieuse, leur amélioration et leur sauvegarde ; c'est pourquoi les situations d'apprentissage et les projets sont construits à partir de réalités de l'environnement de l'élève. ».

A partir de ces constats, nous avons rendu compte que le programme actuel d'enseignement de science physique a des prétentions qui dépassent la réalité, c'est-à-dire qu'il ne cadre pas avec le contexte actuel du pays. Le programme est plutôt basé sur la conception socioconstructiviste : ainsi apprendre, c'est donc passer d'une conception ancienne à une conception nouvelle plus performante après une phase de remise en cause de la conception ancienne qui est donc tout à la fois un point d'appui et un obstacle à la connaissance nouvelle.

En somme, les programmes ne précisent ni l'ensemble des concepts épistémologiques à enseigner, ni ce que sont les savoirs ou les pratiques prises comme référence pour transmettre ces savoirs. Cette situation ne conduit pas les enseignants, peu ou pas formés, à considérer l'épistémologie comme fondamentale dans l'enseignement de science physique.

#### ***4.4.5 L'électricité dans le programme scolaire au collège en Centrafrique***

La notion d'électricité est selon les programmes d'enseignement de science physique en Centrafrique, enseignée au collège et au lycée. Au collège, elle est enseignée en classe de 5<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>, et au lycée, celle-ci est enseignée en 2<sup>nde</sup> C, 1<sup>ère</sup> C, D et Terminale C, D d'enseignement général.

En 5<sup>ème</sup> et en 4<sup>ème</sup>, l'électricité est étudiée sous les noms ou thèmes suivants : circuit électrique, faire fonctionner un circuit et aimants et bobines. Concernant la classe de 3<sup>ème</sup>, les notions portent sur : mesures électriques en continu, courant alternatif du secteur, transformation et redressement, énergie électrique et électronique. Pour les classes de 2<sup>nde</sup>, 1<sup>ère</sup> et terminales des séries C et D, elle est étudiée en tant que « champ électromagnétique ».

Dans notre contexte, nous nous intéressons à son enseignement au collège notamment l'intensité du courant en classe de 3<sup>ème</sup>.

#### 4.4.6 L'horaire global consacré à l'électricité

Le programme de science physique en classe de 3<sup>ème</sup> définit l'horaire hebdomadaire ainsi: 4 heures/enseignant et 3 heures/élève, soit 2 heures en classe entière et 1 heure en demi-groupes pour les manipulations « élèves » (programme officiel).

Le rythme de progression proposé au professeur devrait lui permettre de situer son travail à chaque période de l'année afin de respecter les instructions officielles.

Étant donné que cette étude n'est conduite qu'au collège, seul les objectifs et les horaires assignés à l'intensité du courant électrique en classe de 3<sup>ème</sup> seront présentés. Ici il s'agit d'une notion qui a cinq objectifs et six heures de volume horaire dont deux heures sont consacrées à l'évaluation. Les horaires sont repartis comme suit :

Les objectifs	Horaires
Connaître le sens conventionnel du courant et de le schématiser	0.5 heure
Brancher un ampèremètre dans un circuit	1 heure
Mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit	1 heure
Donner le résultat de sa mesure avec l'unité	0.5 heure
Montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série	1 heure

**Tableau 5 :** Objectifs de l'intensité du courant et répartition horaire

L'examen du tableau montre que le volume horaire imparti aux activités expérimentales est nettement plus important que celui consacré à la construction des connaissances théoriques. Ce volume horaire réduit n'est certainement pas sans affecter négativement l'attrait de cette notion auprès des élèves et même pour certains enseignants. De plus, en raison de manque de matériels didactiques et d'effectif d'élèves trop important, beaucoup d'enseignants de science physique se trouvent contraints d'annuler les activités expérimentales prévues dans les objectifs du programme, pourtant essentiels pour l'assimilation et la compréhension des lois fondamentales en intensité du courant électrique.

#### 4.4.7 Des injonctions paradoxales

L'étude du programme d'enseignement de la science physique et des directives officielles en Centrafrique nous a permis de décrire et d'analyser la situation propre au système d'enseignement en Centrafrique, et en particulier la situation des déterminants spécifiques propres à l'enseignement de la physique. Cette analyse montre la place stratégique qu'occupe cette discipline, en particulier l'électricité en tant que savoir à enseigner. Mais sa mise en œuvre expérimentale semble poser problème. En effet, au contraire des dispositions prises

dans les instructions officielles qui prônent la relation entre le savoir et le savoir-faire pratiqué par les élèves, des observations de pratiques de classe tendent à montrer que l'enseignement de science physique en Centrafrique est essentiellement de type transmissif. La mise en œuvre matérielle de l'enseignement de l'électricité se fait en absence des matériels didactiques, par des enseignants peu ou mal formés avec des profils mal catégorisés, des effectifs d'élèves considérables dans les salles de classe. Par ailleurs, notre analyse met en évidence que les programmes d'études relatifs à l'intensité du courant électrique n'ont pas évolué depuis longtemps.

De plus, nous avons constaté, dans nos visites de classe, que des habitudes liées aux contraintes matérielles de certains enseignants font que leurs pratiques ne sont ni vraiment en accord avec l'esprit du programme, ni en accord avec les résultats des recherches actuelles en didactique. Par exemple, les travaux de Malafosse et al. (2000, 2001a ; 2001b) ont testé un modèle, celui de la transposabilité de concepts développés en didactique des mathématiques à la didactique de la physique. Ces recherches, ayant pour cadre une ingénierie didactique (Artigue, 1988), ont été particulièrement utiles en ce qu'elles mettent en lumière certaines difficultés de compréhension de la loi en électricité chez les élèves, difficultés mises à jour en termes de comportement rencontré lors du passage du cadre empirique et de la réalité physique au cadre théorique et des réalités mathématiques. Les travaux de Liegeois et Mullet (2002) et ceux de Periago et Bohigas (2005) ont eux aussi mis en évidence des difficultés qu'éprouvent les élèves dans la compréhension des relations entre tension, intensité du courant et résistance en s'appuyant sur la méthodologie de questionnaire papier-crayon.

Les enseignants ont du mal à gérer un contrat didactique amenant les élèves à faire des liens entre aspects théoriques et aspect expérimental de l'électricité. Certes, lors de notre visite de classe dans certains établissements de la capitale, nous avons observé un stagiaire, tentant de faire vivre le contrat souhaité, c'est-à-dire qu'il propose à ses élèves une activité expérimentale en utilisant les matériels tirés d'objets de récupération. Mais les autres enseignants expérimentés, pourtant ouverts à d'autres approches pédagogiques, ont mis en œuvre le déroulement de leurs séances sans bien mesurer l'importance des rôles et de la place des activités expérimentales dans l'enseignement de l'électricité.

Face aux multiples contraintes rencontrées, et peut-être à leur manque de maîtrise des enjeux didactiques, les enseignants font face à de véritables injonctions paradoxales : faire manipuler de très (trop) nombreux élèves en électricité, sans matériels, de façon à les amener à construire des relations entre savoirs et savoir-faire. Cela nous amène à nous interroger sur la manière dont le savoir concernant l'intensité du courant électrique est construit en classe et

étudier de plus près l'influence des contraintes particulières rencontrées par les enseignants centrafricains de science physique au collège

#### **4.5 Contraintes dans l'enseignement de physique au collège centrafricain**

Les contraintes fixent les modalités générales des rapports avec les autres disciplines, comme par exemple l'horaire alloué, à chaque niveau scolaire, à l'enseignement de la physique. La conformité avec les programmes nationaux des contenus enseignés est une autre de ces contraintes, de même que l'adéquation de leur mise en forme avec des modes spécifiques d'évaluation, extérieurs à la classe. En Centrafrique, ce type de contraintes paraît être d'un grand poids. Nous pouvons faire référence au problème d'effectif pléthorique et celui du manque des matériels didactiques.

Dans cette section seront recensées quelques-unes des principales difficultés rencontrées dans l'enseignement/apprentissage de la physique dans le contexte centrafricain. Il ne s'agit pas d'une étude exhaustive fondée sur une recherche élaborée couvrant l'ensemble du territoire centrafricain, mais d'un survol des obstacles que nous avons constatés dans certains établissements de la capitale Bangui.

##### ***4.5.1 Les effectifs pléthoriques des classes***

Les difficultés liées aux pratiques enseignantes ont leur part de responsabilité dans les échecs constatés dans l'enseignement de la physique. Depuis l'indépendance, les classes sont loin d'être homogènes car le système éducatif veut inscrire tous les enfants à l'âge de scolarité. Le besoin en éducation est tellement vaste qu'on surcharge les classes devant l'insuffisance du nombre de salles de classe et devant la pénurie d'enseignants en général et ceux de science physique en particulier.

##### ***a. Taille des classes et gestion des classes***

La question de la taille et de la gestion des classes a donné lieu à un débat interminable au niveau international sur la pertinence de la taille recommandée pour les classes. Les recherches de Hanushek (1998) et Mingat et Suchaut (2000) ont abouti à la conclusion selon laquelle les résultats disponibles ne sont pas probants et ils recommandent de ne pas trop insister sur cet aspect. Par contre, Biddle et Berliner (2002) aboutissent à des conclusions opposées et prétendent qu'il est bien possible de réaliser des gains importants de qualité en réduisant la taille des classes, notamment les petites classes. Dans tous les cas et quels que soient les résultats obtenus par ces auteurs, qui concernent essentiellement les pays industrialisés, on peut s'attendre à ce que l'effet du nombre d'élèves par classe en Afrique (où la taille moyenne des classes dans les établissements représente deux ou trois fois, voire quatre fois celle des classes en France) soit incontestablement négatif. Or, même dans les pays

participant au PASEC<sup>44</sup>, les résultats obtenus sont loin d'être tranchés. Différentes approches méthodologiques ont révélé un impact négatif de la taille de la classe dans une spécification linéaire. Nous pouvons à cet effet admettre que l'augmentation (jusqu'à un certain seuil) de la taille de la classe ne réduit pas nécessairement les performances des élèves (Hanushek, 1998 ; Mingat et Suchaut, 2000). Les travaux de Berthelot et *al.* (2001) montrent que l'effectif de la classe influence le rendement scolaire. Pour ces auteurs, la petite taille de l'effectif d'une classe serait l'un des facteurs qui favoriseraient un bon enseignement et éventuellement un bon apprentissage.

Soixante ans après l'indépendance des Centrafricains, ni le nombre d'élèves par classe, ni les rendements internes et externes des établissements tant publics que privés, n'ont connu une amélioration qualitative subséquente. De Landsheere (1992, p. 414) propose une définition l'effectif pléthorique, selon laquelle c'est « le taux d'encadrement au ratio maître/élèves dans une salle de classe ». Notons qu'en Centrafrique, le ratio élèves/enseignant (parfois jusqu'à 400 voire 600 élèves pour un seul enseignant)<sup>45</sup> est loin d'être proche de celui observé en France. Ces chiffres illustrent bien l'une des tristes réalités ainsi que des difficultés auxquelles sont confrontés les établissements (publics et privés) en Centrafrique : système des grands groupes ou des classes à effectifs élevés. Alors que dans la plupart des pays industrialisés et développés, où les taux de natalité sont en constante décélération depuis plusieurs années, la tendance est à une réduction de la taille des classes, en Centrafrique, comme dans la plupart des pays africains, elle connaît une croissance vertigineuse.

Simpson et Myles (1990), pensent que la taille idéale d'une classe est fixée à 25 élèves. Cependant, pour Corbell (1992), une classe de 25 élèves est considérée comme pléthorique car l'auteur pense que la taille recommandée d'une classe varie entre 22 et 23 élèves. En revanche, Fiadzawoo (2017) avance que la taille d'une classe ne devrait pas dépasser 25 à 30 apprenants et selon l'UNESCO<sup>46</sup> (UNESCO, 2010), il faut préconiser 30 élèves par salle de classe et par enseignant pour toutes les écoles.

Les orientations majeures de la politique nationale centrafricaine d'éducation sont condensées dans la Loi d'Orientation de l'Éducation du 17 décembre 1997 qui fixe les normes applicables à l'école. Cette loi fixe au niveau de l'enseignement secondaire un ratio élèves/classe à 60 élèves au collège et lycée avec taille d'un établissement scolaire du secondaire, c'est-à-dire entre 1000 et 2000 élèves au maximum. L'objectif principal est d'amener « tous les élèves, malgré leur grand nombre, à participer activement aux activités d'enseignement/apprentissage

---

<sup>44</sup> Programme d'Analyse des Systèmes Éducatifs de la CONFEMEN

<sup>45</sup> Rapport d'État sur le Système Éducatif National, 2018

<sup>46</sup> Organisation des Nations pour l'éducation, la science et la culture

à travers une organisation de la classe en sous-groupes de travail avec des techniques appropriées ».

Une proposition est envisagée par l'inspection générale de l'éducation fixant à quarante, ou au plus à cinquante élèves, la moyenne au-delà de laquelle on est dans une situation de classe à effectifs écrasants. Cependant, il faut dire qu'il ne s'agit que d'un seuil relatif, car en Centrafrique rares sont les classes, même en province, ayant moins de soixante élèves. Si l'on s'en tient uniquement aux expressions employées : classes pléthoriques, classes surchargées, classes à effectifs élevés, classes à effectifs écrasants, on peut dire que le nombre d'élèves constitue le principal critère définitionnel retenu. Pourtant d'autres éléments doivent être pris en compte, notamment les moyens matériels, la formation des enseignants, la motivation des enseignants et des élèves, . . .

Le premier séminaire sur la pédagogie des classes à effectifs pléthoriques ou « grand groupe » a été organisé en 1986 à Brazzaville (République du Congo) par la CONFEMEN<sup>47</sup>. L'expression « grand groupe » est un terme diplomatique et désigne une expression utilisée pour éviter les termes négatifs et démobilisateurs que sont les classes surchargées ou les effectifs pléthoriques. Ainsi le grand groupe, sans toutefois fixer de seuils numériques, « commence dès que l'effectif de la classe gêne, stérilise ou paralyse la mise en œuvre des techniques de classe qui ont été conçues pour les groupes moyens (25 à 35 élèves) » (Alexandre et *al.*, 1991). Fiadzawoo, (2017) admettent que la question des « effectifs pléthoriques » ou encore « grands groupes » porte essentiellement sur le nombre trop élevé d'élèves dans une salle de classe. Cependant, beaucoup d'établissements en Afrique ont des effectifs au-dessus des normes maximales prescrites par l'UNESCO.

#### *b. Influence de l'effectif pléthorique sur la qualité de l'enseignement*

La question de taille idéale de l'effectif d'une classe n'est pas tranchée pour les chercheurs. Pour les uns, la taille idéale de l'effectif d'une classe est de 25 élèves, où l'on observe une plus grande diversité de méthodes d'enseignement, une meilleure gestion de la classe, moins de problèmes de construction du savoir et de meilleures activités de l'enseignant et des élèves (Simpson et Myles, 1990). Le climat de cette salle de classe est plus favorable à l'apprentissage ainsi qu'à la réussite des élèves, ont – ils ajouté. Par contre, les autres chercheurs considèrent que l'effectif des élèves doit varier entre 22 et 23 élèves, les raisons avancées tournent autour de la bonne gestion de la classe, la meilleure interaction entre l'enseignant et les élèves alors que celles-ci s'appauvriraient dans une classe comptant 25 élèves et plus.

---

<sup>47</sup> Conférence des ministres de l'éducation nationale des pays ayant le français en partage

Mais tous s'accordent sur le fait qu'au-delà d'un certain seuil, l'activité de l'enseignant au cours d'une séance de classe n'est plus efficace, dans la mesure où il n'y a plus d'interaction possible entre enseignant et enseignés (De Landsheere, 1992). Autrement dit, la difficulté d'exercices des tâches dans l'activité de l'enseignant et d'interactions avec ses enseignés, l'impossibilité de circuler parmi les table-bancs, l'attitude passive de certains élèves vis-à-vis de l'enseignant, seraient des facteurs qui joueraient contre un bon résultat des élèves dans le cadre d'une classe à effectif pléthorique, étant donné que la gestion y serait difficile. Pour l'instant, il nous est difficile de fixer avec précision ce seuil.

En Centrafrique, comme dans la plupart des pays d'Afrique francophone d'ailleurs, les pratiques enseignantes promues ont pour objectif principal de faire en sorte que les enseignants puissent amener « tous les élèves, malgré leur grand nombre, à participer activement aux activités d'apprentissage à travers une organisation de la classe en sous-groupes de travail avec des techniques appropriées » (Michaelowa, 2001). Mais ces enseignants détestent travailler dans des classes ayant des effectifs pléthoriques. Face à cette inadéquation, seules des solutions propres au contexte centrafricain constituent la voie de survie pour les établissements scolaires. Les demandes en capacités d'accueil des salles de classe et en enseignants croissent de façon exponentielle et malgré tous les efforts déployés, le pays n'est pas en mesure d'offrir un enseignement tenant compte des prescriptions compte tenu des situations de travail.

Le système de double flux<sup>48</sup> proposé dans les années soixante-dix, et qui était censé résoudre le problème d'effectifs en optimisant l'exploitation des salles de classe, a permis de le résorber provisoirement, en multipliant par deux les capacités d'accueil des salles de classe (RÉSEN, 2018). Ce système est surtout pratiqué pour la plupart dans des établissements des grandes villes du pays. Ce système appelé « classes à mi-temps » consiste à atténuer la pénurie des salles de classe, en octroyant une même salle à deux classes distinctes, qui l'utilisent alternativement en demi-journée : c'est-à-dire les élèves de la classe 1 (ou groupe 1) viennent un jour sur deux de sept heures trente (7h30) à douze heures trente (12h30), tandis que ceux de la classe 2 (ou vague 2) viennent les après-midi, de douze heures trente minutes (12h30) à dix-sept heures trente (17h30) et inversement.

Le système de double flux a pour inconvénient majeur de réduire considérablement le nombre d'heures de cours effectifs par jour et éventuellement par semaine. Malgré la généralisation du système de double flux dans les établissements de la capitale Bangui, et de plus en plus dans ceux des autres villes du pays, ces établissements offrent généralement le spectacle désolant des classes où plusieurs dizaines d'élèves, assis quelque fois à même le sol,

---

<sup>48</sup> Système comportant deux groupes distincts d'élèves de même niveau qu'un enseignant prend en charge à différent moment de la journée

s'entassaient les uns sur les autres, dans des salles exigües mal aérées et sans éclairage, encadrés par des enseignants qui ne sont pas préparés à la gestion de ces situations de crise, croulent sous le poids des tâches diverses, en dépit de leur dévouement. En réalité, le véritable problème est le manque d'infrastructures scolaires (salles de classe) et l'insuffisance tant quantitative que qualitative d'enseignants.

En vue de trouver une formation de qualité, la majorité des parents préfèrent inscrire leurs enfants dans les établissements scolaires privés. Cette pratique explique la prolifération des établissements scolaires privés qui sont en même nombre que ceux de public au niveau de l'enseignement dans le pays.

Nous ajoutons que les établissements privés sont créés d'une manière anarchique étant entendu que l'administration ne dispose pas d'un organe adéquat de gestion de ces types d'établissements (RESEN, 2018). Cependant, par rapport à la population scolaire galopante, le nombre d'établissements scolaires est très insuffisant pour absorber les jeunes. Cela s'observe au niveau du nombre des salles de classe: « Environ 560 en 1985 pour un taux d'urbanisation de 28,6%. Le nombre de salles de classes n'ayant pas augmenté au même niveau que la croissance des effectifs scolaires, le ratio salle de classe/élèves se dégrade considérablement et continuellement passant de 1/75 en 1978/79 à 1/83 en 1982/83 et à 1/93 en 1983-84 » (Banyombo, 1990, p. 169).

A l'heure actuelle, on estime qu'il est de l'ordre de 1/102 environ. Notre observation nous a amené à relever que les établissements scolaires sont vétustes avec des fenêtres et des portes complètement délabrées (certains locaux sont sans fenêtres ni portes), des tables-bancs presque inutilisables. Il en résulte que l'encadrement pédagogique s'en trouve affecté et l'évolution des effectifs de classe est irrégulière.

On note également une surcharge des effectifs au niveau du rapport élèves/enseignant dans les différents cycles (premier et second cycle). Les établissements scolaires implantés dans la capitale Bangui sont plus touchés que ceux de situés dans l'arrière-pays du fait de l'attrait que la capitale exerce sur les élèves et du fait de l'insuffisance des établissements scolaires dans les provinces.

Signalons à ce propos que la capitale Bangui regroupait 40% des effectifs de l'enseignement secondaire en 1981/82. Le ratio rapport élèves/enseignant était de 1/68 en 1979/80, 1/80 en 1980/81, 1/83 en 1981/82 et de plus de 1/95 en 1987 (PCISEC<sup>49</sup>, 2018, p. 8). Comment, dans ces conditions, peut-on espérer obtenir une optimisation appréciable du rendement scolaire et favoriser sa contribution effective au développement socio-économique du pays ?

---

<sup>49</sup> Principaux chiffres et indicateurs du système éducatif centrafricain de 2018.

### *c. Influence de l'effectif pléthorique sur la performance des élèves*

L'influence de l'effectif pléthorique sur la performance des élèves en général semble plutôt modeste. Selon les résultats des données du PASEC dans le contexte des stratégies d'enseignement, il semble que dans la plupart des pays partisans dudit programme, les enseignants tendent à pratiquer l'enseignement dit « frontal<sup>50</sup> » et qu'ils n'adoptent pas d'approches didactiques plus participatives même lorsque la taille de la classe est réduite (Michaelowa, 2001). Cette remarque renvoie à la question de la formation des enseignants. Si l'on réduit la taille des classes sans former simultanément les enseignants à un nouveau style d'enseignement, aucun effet significatif sur la qualité de l'éducation ne peut être escompté.

En Afrique francophone les effectifs des classes sont pour la plupart pléthoriques (Michaelowa, 2001). Toutefois, les données du PASEC montrent que l'influence négative d'un nombre élevé d'élèves par classe est moins importante et moins constante qu'escomptée. L'organisation des classes en deux flux n'est généralement efficace que lorsqu'il s'agit d'effectifs considérables (environ 100 élèves voire 150). Cependant, il est important de tenir compte des aspects institutionnels et culturels dans l'application de ce système de gestion des classes qui se différencie d'un pays à un autre.

Dans le contexte centrafricain, la gestion des classes à double flux signifie que, généralement, deux ou trois classes partagent la même salle, avec le (la) même enseignant(e), à divers temps de la journée. C'est-à-dire qu'il s'agit d'un outil qui permet de gérer un nombre élevé d'élèves avec des infrastructures et un nombre d'enseignants fixes.

Par conséquent, la gestion des classes à double flux pourrait influencer considérablement l'apprentissage des élèves.

### *d. Influence de l'effectif pléthorique sur les conditions de travail de l'enseignant*

Parler de l'influence de l'effectif pléthorique sur les conditions de travail de l'enseignant nous amène à supposer que l'enseignant accumule une fatigue excessive au cours de son exercice qui est préjudiciable à sa santé. De plus, son temps de repos et de loisirs est réduit au minimum, et il souffre de surmenage aigu et de stress professionnel chronique. Ce lien direct entre la détérioration précoce de la santé de l'enseignant et le phénomène des effectifs pléthoriques n'est évalué en perte nulle part pour l'enseignant centrafricain.

---

<sup>50</sup> Ce mode d'enseignement est basé sur une prise en charge collective des élèves, autrement dit sur une interaction de l'enseignant avec la classe entière : l'enseignant se place face aux élèves et c'est lui qui transmet les savoirs et dirige l'activité.

#### **4.5.2 L'absence de matériels didactiques**

La science physique étant une science expérimentale, son enseignement, outre les documents adéquats et outils nécessaires, exige souvent l'utilisation des matériels didactiques d'expérimentation.

Borges et Gilbert (1999) pensent que le matériel didactique et les activités afférentes sont conçus pour faciliter l'enseignement de l'électricité. Malheureusement, cet idéal pour un meilleur enseignement de l'électricité n'est jamais atteint dans les établissements scolaires centrafricains. A notre connaissance, la grande difficulté de l'enseignement de science physique en Centrafrique est l'absence non seulement des matériels didactiques d'expérimentations mais aussi le manque de structures d'accueil (exemple : nombre insuffisant d'établissements, de salles de classe, d'enseignants qualifiés, ...). L'Etat ne dispose pas assez de moyens financiers pour faire face à ces difficultés (RESEN, 2018). Malgré tout, il cherche toujours des pistes de solutions afin de vaincre ces difficultés liées à l'absence de moyens financiers. Face à cette difficulté, une proposition est envisagée par l'inspection générale de l'éducation selon laquelle l'Etat peut favoriser la politique de la réalisation des matériels d'expérimentation simple et peu coûteux. Cette proposition permettrait d'adapter l'enseignement de la science physique aux ressources du milieu puisque, l'assimilation des notions scientifiques repose avant tout sur les activités expérimentales faisant appel à l'environnement quotidien des élèves (Diallo et Larcher, 2009).

En somme, tous ces éléments ne permettraient pas une bonne structuration dans la construction du savoir afin de faciliter l'apprentissage par le biais de l'enseignant. C'est pourquoi, beaucoup de défis restent à relever : rendre expérimental l'enseignement de sciences physiques dans cet état pléthorique et sans matériels didactiques. Pour cela, il faut des laboratoires avec de l'eau courante, de l'électricité, des paillasses, du personnel pour la maintenance. Il faudrait également des salles spécialisées pour la réalisation des activités expérimentales pendant les cours.

#### **4.6 Questionnement initial**

Cette recherche, première en sa nature en Centrafrique, vise à documenter la place de l'activité expérimentale dans l'enseignement de l'électricité au collège. Comme il ressort des travaux de recherche sur les conceptions des élèves en électricité (Closset et Viennot, 1984 ; Tiberghien et Delacote, 1976 ; Closset, 1983 ; etc.), les difficultés liées à l'enseignement sont responsables en partie des difficultés rencontrées par les élèves à réaliser et interpréter des phénomènes électriques, c'est – à – dire que ces derniers peinent à lier les phénomènes électriques au monde réel.

L'hypothèse avancée est que certaines de ces difficultés trouvent leur origine dans l'absence de la mise en œuvre d'activités expérimentales. Autrement dit, l'apprentissage d'un phénomène électrique devrait plutôt consister à s'appuyer sur la confrontation entre une analyse théorique dans laquelle sont mises en jeu un certain nombre d'hypothèses et une analyse *a posteriori* qui engagerait les données d'observations *in situ* issues d'une réalisation effective avec des matériels adaptés à la réalité des contraintes de la classe.

A notre connaissance, les travaux de recherche en didactique de la physique sont muets en ce qui concerne les difficultés que rencontrent les enseignants chargés de la mise en œuvre expérimentale sans matériels didactique dans l'enseignement et l'apprentissage de l'électricité en situation réelle de classe à effectif pléthorique. A partir de ce paradoxe, nous formulons le questionnement initial suivant :

- En quoi et comment l'activité expérimentale favorise-t-elle la compréhension des lois fondamentales dans l'enseignement de l'électricité chez les élèves ?
- La présence ou non de matériels didactiques influence-t-elle l'enseignement de l'intensité du courant ?
- Comment les enseignants mettent-ils en œuvre les expériences au cours de l'enseignement de l'intensité du courant électrique avec plus de 80 élèves ?

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le cadre théorique choisi pour préciser notre questionnement de recherche dans le contexte particulier de la Centrafrique.

## **CHAPITRE 5**

### **CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE DE LA RECHERCHE**

## **Plan du chapitre 5**

### **Introduction**

#### **5.1 La double approche didactique et ergonomique (DADE) : des approches pour analyser les pratiques enseignantes**

5.1.1 Les fondements théoriques de la double approche didactique et ergonomique

5.1.2 Les concepts organisateurs de la théorie de l'activité : tâche et activité

5.1.3 L'activité de l'enseignant en classe

#### **5.2 Positionnement du cadre théorique**

#### **5.3 Quelques recherches sur les pratiques expérimentales scolaires et la double approche didactique et ergonomique**

#### **5.4 La théorie des deux mondes : un cadre de référence pour décomposer le savoir**

5.4.1 Elaboration du savoir en physique : une activité de modélisation

5.4.2 Conceptions des individus : une double catégorisation des connaissances

#### **5.5 Questions de recherche**

#### **5.6 Conclusion**

## **Introduction**

Dans ce chapitre, nous présentons un cadre de référence permettant d'analyser les pratiques effectives des enseignants que nous avons observés. Nous adoptons comme cadre théorique pour notre recherche la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002) qui s'est inscrite dans la théorie de l'activité (Léontiev, 1978). L'analyse de l'activité enseignante est l'un des objets majeurs de nombreuses recherches (Chesnais, 2009 ; Kermen et Colin, 2017 ; Molvinger et Munier, 2014 ; Robert, 2008, 2012, ...). Ces recherches se réfèrent, dans leurs analyses des activités enseignantes, au cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique, dans une visée compréhensive des activités des enseignants à travers la construction des logiques d'actions qu'ils se donnent, la recherche des régularités et des variabilités dans les pratiques interpersonnelles, la recherche des déterminants de ces pratiques. Pour affiner notre analyse qui porte sur la place des activités expérimentales en physique, nous mobilisons de plus les éléments de bases de la « théorie des deux mondes ». En effet, d'un point de vue épistémologique, il est possible de caractériser le fonctionnement de la physique comme la recherche de relations entre les phénomènes d'une part et, d'autre part, les concepts et les lois permettant d'expliquer, d'interpréter, de prédire ces phénomènes (Bécu-Robinault, 2015). Ces relations, désignées relations de modélisation, sont étudiées selon différentes approches, la théorie de deux mondes étant l'une d'elles. Cette théorie vise à expliciter les bases de la conception des ressources (séquences, matériels) pour l'enseignement de la physique. Elle a émergé de l'activité de conception en interaction avec l'activité de recherche (Gaidioz, Vince et Tiberghien, 2004).

A la lumière de notre cadrage théorique, nous présentons enfin la problématique de notre recherche qui sera suivie par les questions de recherche sur lesquelles nous proposons d'apporter des éléments de réponses au terme de ce travail.

### **5.1 La double approche didactique et ergonomique (DADE) : des approches pour analyser les pratiques enseignantes**

#### ***5.1.1 Les fondements théoriques de la double approche didactique et ergonomique***

La double approche didactique et ergonomique a été développée par Robert et Rogalski (2002). L'approche didactique permet de comprendre et de caractériser les pratiques des enseignants et d'analyser leur contribution en tant qu'acteurs principaux du processus d'apprentissage. L'approche ergonomique permet d'accéder au métier de l'enseignant, à son insertion dans le collectif des enseignants et d'analyser la gestion de ses difficultés extérieures auxquelles il se trouve confronté (par exemple, manque du matériel didactique, problème d'effectif, etc.).

En suivant Rogalski (2003), la double approche didactique et ergonomique s'inscrit dans la lignée de la théorie de l'activité. L'activité est la réponse que le sujet met en œuvre pour accomplir une tâche (Rogalski, 2017). Dans notre cas, les tâches, institutionnellement prescrites par les instructions officielles, se transforment en tâches prévues par l'enseignant, inférées de son 'activité et résultant de la représentation qu'il se fait des tâches à accomplir (Rogalski, 2003).

La double approche didactique et ergonomique propose d'étudier les pratiques enseignantes dans leur complexité (Kermen & Colin, 2017). Elle permet d'étudier les invariances ainsi que les variabilités de ces pratiques. Elle met également en jeux des contraintes faisant partie essentiellement de la dimension institutionnelle, contraintes provenant du temps alloué à l'apprentissage et au contenu du programme non adapté avec ce temps.

Robert et Rogalski (2002) proposent un cadre d'analyse des pratiques de classe par la recomposition de cinq composantes qui caractérisent l'activité de l'enseignant :

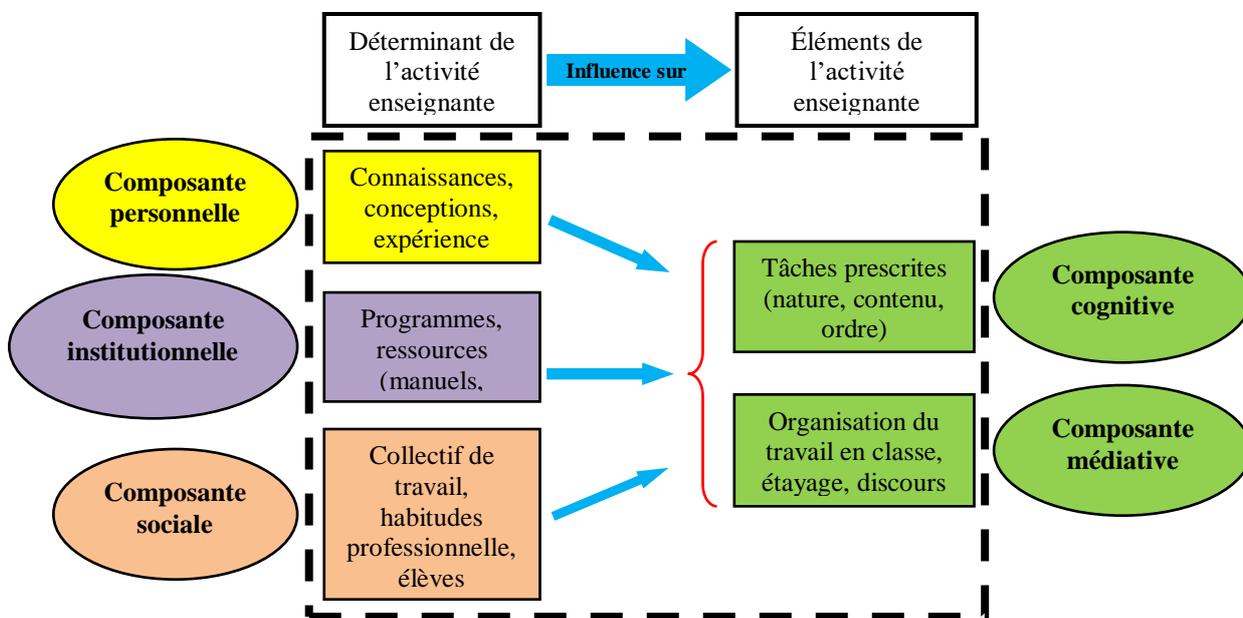
- La composante cognitive s'intéresse aux tâches que l'enseignant propose aux élèves (e.g. les élèves proposent un montage électrique et sont assistés de l'enseignant dans la réalisation). Elle permet de tracer les parcours cognitifs mis en œuvre par l'enseignant du savoir enseigné. En d'autres termes, « la manière dont le professeur prévoit et élabore une succession de tâches [...] que modélise la composante cognitive » (Slimi, 2019, p. 101). En se plaçant dans le même ordre d'idée que Coulange et Robert (2015), Masselot et Robert (2007, p. 19) précisent que la composante cognitive « traduit ce qui correspond aux choix et aux anticipations de l'enseignant sur les contenus, les tâches, leur organisation, leur quantité, leur ordre, leur complexité, leur insertion dans une progression qui dépasse la séance, et les prévisions de gestion pour la séance ». Une telle composante met donc l'accent sur « l'environnement » (Slimi, 2019) en tenant compte du savoir mis en jeu ainsi que les choix cognitifs des enseignants. Cette composante peut être décomposée en deux niveaux en termes de savoir en jeu (Robert et Rogalski, 2002) :
  - ✓ Généralement, à un certain seuil de l'enseignement et apprentissage d'un savoir enseigné, il serait évident de préciser, à travers la reconstitution du scénario sur l'ensemble des séances correspondantes, « les dialectiques organisées pour les élèves entre savoir ancien et savoir nouveau, et entre décontextualisation et contextualisation des savoirs en jeu » (Slimi, 2019. p. 102) ;
  - ✓ Localement, pendant chaque séance, il est nécessaire de préciser les savoirs mis en jeu en classe, qu'ils soient généraux (décontextualisés), génériques (avec un moindre degré d'abstraction) ou « méta » (qui portent sur des savoirs disciplinaires, méthodes, etc.) (Robert, 1998).

A partir des travaux de Robert et Rogalski (2002), nous retenons que la composante cognitive étudie les tâches prévues pour les élèves lors d'une séance ainsi que le contenu du savoir en jeu. Ce travail réside dans la description de « la nature des tâches prévues pour les élèves — notamment en termes de découpages des questions, d'étapes, de longueurs des problèmes, de niveaux de mises en fonctionnement des connaissances attendus. Ceci renvoie en effet à des activités d'élèves mettant en jeu les connaissances de manière plus ou moins isolée, ce qui nous semble lié à l'organisation des connaissances fondamentale pour les apprentissages » (Robert & Rogalski, 2002, p. 510).

- La composante médiative touche ce qui accompagne la réalisation des tâches. C'est-à-dire qu'elle se rattache, d'une part, aux interactions au sein de la classe entre l'enseignant et les élèves et, d'autre part, aux accompagnements que l'enseignant accorde aux élèves. Les éléments de la composante médiative ne peuvent vraiment être appréciés qu'en séance de classe où l'enseignant est le médiateur entre l'élève et le savoir, puisqu'elle englobe en effet « 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 » (Massetot et Robert, 2007. p. 19).
- La composante institutionnelle prend en compte les programmes d'enseignement, les orientations officielles liées à la politique de l'éducation, l'avancement dans l'application du programme, les exigences de l'institution, le nombre d'élèves en classe et pour chaque groupe, les recommandations des inspecteurs, la disponibilité du matériel didactique spécifique à la physique, la répartition horaire des séances de physique, ...  
Comme le soulignent Coulange et Robert (2015, p. 84), la composante institutionnelle « renvoie en partie, à la façon dont le professeur s'approprie, interroge les contenus des programmes officiels ou des ressources mises à sa disposition ».
- La composante personnelle permet de renseigner la représentation personnelle de l'enseignant (e.i. la tâche à accomplir, son expérience professionnelle, ...). Elle explique ce qui caractérise l'enseignant en termes de ses connaissances scientifiques sur le savoir enseigné, ses conceptions sur l'ensemble de la physique qui s'enseigne (par exemple en électricité), ses ressentis à propos de l'enseignement (de l'électricité), son point de vue sur l'enseignement de la physique (par exemple en Centrafrique), ...
- La composante sociale est relative aux relations interprofessionnelles de l'enseignant avec l'établissement (ses relations avec le corps administratif) et les autres collègues professeurs de physique dudit établissement, avec les parents d'élèves. De manière plus globale, la composante sociale « caractérise la façon dont l'enseignant fait avec les choix collectifs

des collègues de l'établissement, les habitudes professionnelles des enseignants de physique-chimie » (Kermen et Colin, 2017, p. 27).

Le schéma suivant illustre et décrit le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique en relation avec les cinq composantes. Dans cette représentation schématique, chaque composante correspond à une approche didactique ou ergonomique.



**Schéma 2** : illustration et description de la double approche didactique et ergonomique en lien avec les cinq composantes des pratiques enseignantes (d'après Kermen, 2018, cité par Bouard et al., 2022, p. 74)

Afin de mieux comprendre la théorie de la double approche didactique et ergonomique, en relation avec les cinq composantes, notons que les composantes cognitive et médiative relèvent de l'approche didactique. Ces deux composantes permettent d'analyser le déroulement des séances, c'est-à-dire les pratiques effectives de l'enseignant (le discours, les activités proposées et réalisées par les élèves). Ces éléments ne peuvent vraiment être appréciés qu'en séance de classe où l'enseignant est le médiateur entre l'élève et le savoir. L'imbrication de ces deux composantes permet de dégager les logiques d'action de l'enseignant prenant en compte ses activités (Robert et Rogalski, 2002). Cette approche est dite didactique, puisqu'il s'agit d'analyser les pratiques de l'enseignant compte tenu des objectifs d'apprentissage assignés pour les élèves et les outils exploités dans la mise en place des séances de classe, ainsi que dans la préparation, afin d'atteindre ces objectifs.

Les composantes institutionnelle, personnelle et sociale relèvent de l'approche ergonomique. Ces trois composantes regroupent des facteurs qui peuvent influencer l'activité de l'enseignant en amont, lors de la conception des tâches mais également lors de

l'accompagnement des tâches en classe. Elles « permettent de préciser certains déterminants, y compris extérieurs à la classe » (Robert, 2007, p. 56). Cette approche est dite ergonomique puisqu'elle considère le métier d'enseignant comme étant un métier qui relève du champ professionnel. Dans cette approche, nous considérons les contraintes qui entravent l'exercice du métier de l'enseignant, ses représentations personnelles, ...

En plus de ces cinq composantes, Masselot et Robert (2007) ajoutent une analyse complémentaire suivant trois niveaux qui vise à accéder « aux variabilités et aux évolutions individuelles dans le travail réel » :

- Le premier niveau (micro) permettant à l'observateur de renseigner toutes les actions de l'enseignant (par exemple, ses discours non préparés, son emplacement dans la salle de classe pendant le cours, la gestion du tableau, ...)
- Le deuxième niveau (local) permet au chercheur d'accéder à une comparaison entre les tâches prévues et les tâches effectives de l'enseignant (par exemple : improvisations en classe) afin de repérer ce qu'il fait en termes de pratique adaptative ;
- Le troisième niveau (macro) permet de dégager les différentes intentions de l'enseignant, ses projets d'enseignement et ses préparations à long terme.

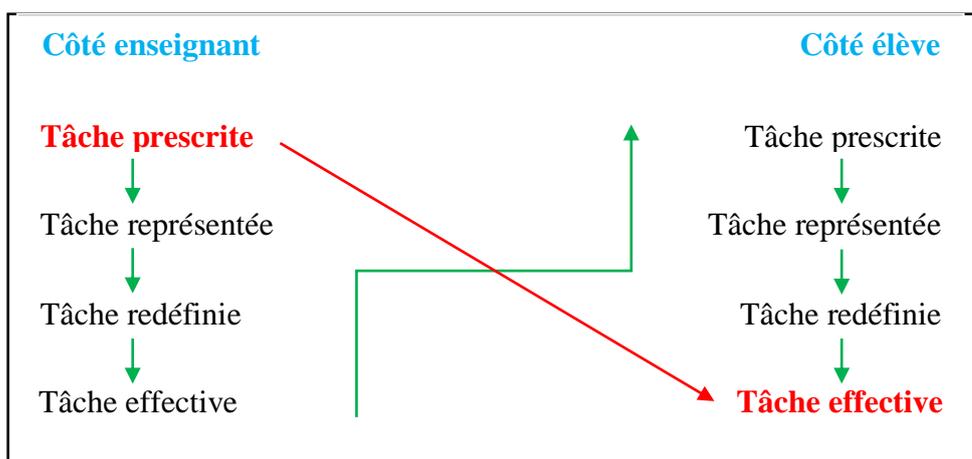
### ***5.1.2 Les concepts organisateurs de la théorie de l'activité : tâche et activité***

Comme évoqué au début de ce chapitre, la double approche didactique et ergonomique s'inscrit dans la lignée de la théorie de l'activité (Rogalski, 2003). La théorie de l'activité permet d'analyser des processus par lesquels le sujet agit sur l'objet, et les processus par lesquels son activité évolue et par lesquels il se développe. « Elle s'appuie sur deux notions clés : celle de sujet et celle de situation. Elle différencie par ailleurs tâche et activité, qui sont respectivement « du côté de la situation » et « du côté du sujet ». Les évolutions théoriques ultérieures vont faire référence aux processus de régulation de l'action et de l'activité » (Robert, 2008, p. 23).

Dans ce paragraphe, nous présentons les concepts organisateurs de la théorie de l'activité susceptibles d'éclairer notre analyse de données. Nous nous limitons aux concepts activité et tâche car ces deux concepts s'avèrent en effet pertinents pour analyser l'activité de l'enseignant.

Selon Léontiev (1984), la tâche se décline selon le point de vue du prescripteur et celui du réalisateur. En Centrafrique, l'inspection générale de l'éducation nationale joue le rôle du prescripteur et l'enseignant est le réalisateur. La tâche a toujours un objet qu'il s'agit de transformer (et dont on peut évaluer la transformation) mais cela devient complexe dans le cas

de l'enseignant. La formulation du but à atteindre peut se faire en termes procéduraux avec des verbes d'action : par exemple, faire acquérir la notion de l'intensité du courant électrique en prenant en compte l'état de l'objet de l'action que l'élève ait acquis... Il s'agit, par exemple, du rapport élève – savoir : les connaissances antérieures des élèves. Les tâches (par exemple, les tâches complexes) peuvent être s'organisées en sous-tâches pour atteindre le but (ou sous-but). « Les tâches effectives sont inférées de l'activité de l'enseignant et résultent de la représentation qu'il se fait des tâches à accomplir » (Kermen et Colin, 2017, p. 188). L'analyse de la tâche doit prendre en compte les ressources dont peut disposer le sujet (procédures existantes et susceptibles d'être mobilisées, outils utilisables, aides d'autres acteurs, etc.). La différence tâche/activité demandant de prendre en compte les conditions de la réalisation de la tâche, cela conduit à distinguer tâche prescrite et tâche effective (schéma 3).



**Schéma 3** : reproduction de la relation entre tâche prescrite et tâche effective (Leplat, 1997)

En fait, l'activité n'est pas la réponse directe à la tâche (Robert, 2008, p. 26) : « la tâche est en fait redéfinie par le sujet ; pour la réaliser il s'en fait une représentation, s'autorise ou s'interdit des possibles, lève des contraintes ou s'en pose, utilise des critères d'évaluation qui peuvent différer de ceux de la prescription ». Dans notre cas, il s'agit pour l'enseignant centrafricain de prendre en compte les prescriptions officielles tout en tenant compte des contraintes encadrant la tâche à réaliser (manque de matériels didactiques et effectif pléthorique des élèves). A la limite, le sujet peut viser d'autres buts que ceux de la tâche prescrite, ou de la tâche attendue. « La tâche effective, celle que le sujet réalise, peut s'éloigner de la tâche prescrite parce que le sujet manque de mobile pour s'engager dans l'action attendue, ou parce qu'il n'a pas les compétences nécessaires pour la réaliser, ou parce qu'il s'en est construit une représentation inappropriée » (Robert, 2008, p. 26).

L'activité est définie du côté du sujet comme un processus qui se développe dans une certaine temporalité en intégrant des processus psychiques (représentations mentales, inférences, hypothèses, etc., du côté du traitement cognitif mais aussi gestion émotionnelle) en intégrant des opérations d'interaction avec les objets à transformer et avec les autres humains. On peut reconstituer l'activité à partir d'observables (souvent les opérations visibles sur les objets). Cela implique une analyse préalable de la tâche (souvent une réalisation d'experts (- parfois difficiles à cerner - Berliner, 2001) pouvant prendre en compte les contraintes et les ressources. Si la réalisation de la tâche conditionne largement l'activité, d'autres déterminants peuvent intervenir (maintien de la motivation du professionnel par exemple).

L'activité est ici orientée par la tâche à accomplir, avec une organisation des actions de réalisation du but de la tâche, et des opérations au moyen desquelles ces actions sont réalisées. L'activité est ce qui est visible (les effets, les actions, ...), la gestion de son temps, son état personnel (charge de travail, fatigue, ...). Ce qui est restituable (par exemple, les inférences, les hypothèses, les décisions de faire ou ne pas faire, ...).

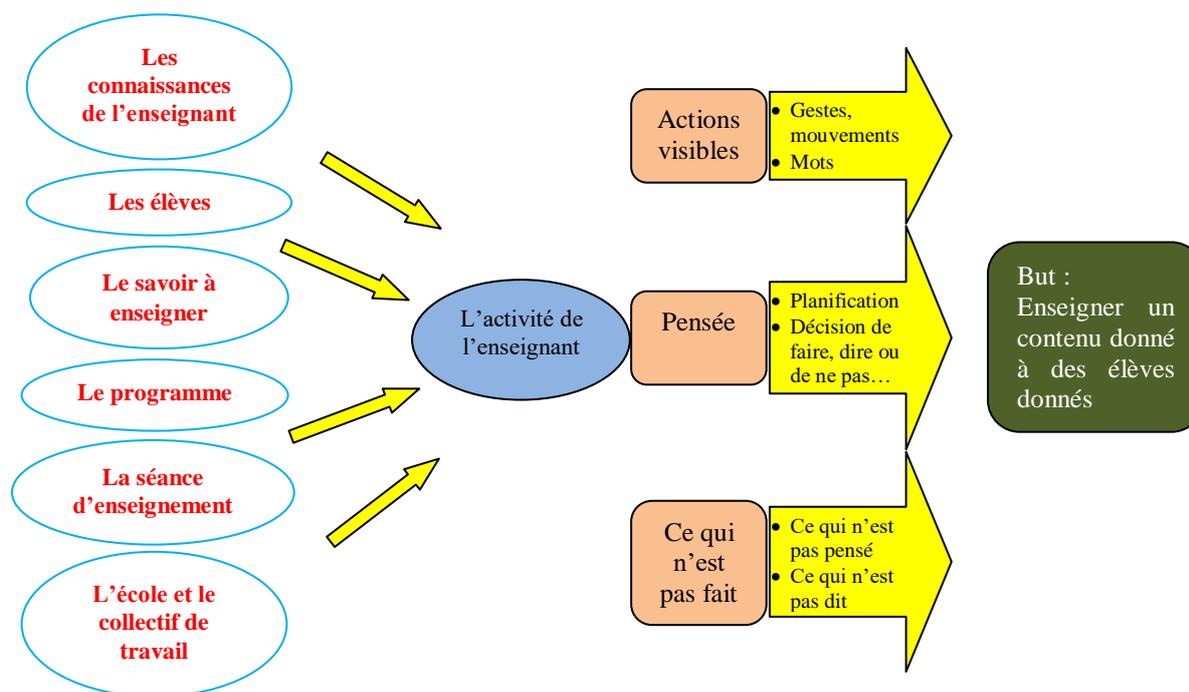
Chevallard (1997, p. 3) souligne que « toute pratique se laisse analyser, de différents points de vue et de différentes façons, en un système de tâches, c'est-à-dire d'activités relativement bien circonscrites, qui se découpent dans le flux de la pratique ». Les tâches concernent des activités qui, pour une personne donnée, peuvent paraître routinières, c'est-à-dire comme allant de soi, ou bien problématiques. C'est pourquoi, Samurçay et Rabardel (2004, p. 166 – 167), ont distingué « activité productive » de « activité constructive ». Pour eux, l'activité productive est une « activité finalisée réalisée, orientée et contrôlée par le sujet psychologique pour réaliser des tâches qu'il doit accomplir en fonction des caractéristiques des situations » et l'activité constructive est celle « orientée et contrôlée par le sujet qui la réalise pour construire et faire évoluer ses compétences en fonction des situations et des domaines professionnels d'action ».

Pastré (2007) pense qu'en réalisant une tâche, l'élève transforme le réel (activité productive) et en transformant le réel, l'élève se transforme lui-même (activité constructive). En plus, « la réalisation de cette tâche ne signifie pas forcément qu'il y a apprentissage ou restructuration de connaissances, car l'apport de l'enseignant peut jouer un rôle important » (Kermen et Colin, 2017, p. 189).

### ***5.1.3 L'activité de l'enseignant en classe***

L'activité de l'enseignant en classe lui permet de mettre en œuvre tout ce qu'il développe au cours d'une séance pour atteindre ses objectifs (Kermen et Colin, 2017). Ces objectifs, sous forme des tâches de l'enseignant, sont définies et prescrits par l'institution dans laquelle

l'enseignant travaille. L'activité est ce que développe un enseignant lors de la réalisation d'une tâche au cours de la séance : actes extériorisés mais aussi les hypothèses, les décisions (ce qu'il pense) dans ce qu'il fait (dit) ou non ; cela comprend son « état personnel » (Robert, 2008).



**Schéma 4** : L'activité de l'enseignant en classe (Robert, 2008)

L'activité de l'enseignant en classe est finalisée par le but qu'il se fixe à partir du but défini par la tâche. Lorsque l'activité s'applique à des objets matériels, elle est en partie observable. Cette partie observable de l'activité (le comportement) n'en constitue qu'un aspect important puisque sans lui le second aspect serait inaccessible. Ce second aspect est constitué par les mécanismes inobservables de production de ce comportement. Robert et Rogalski (2002) insistent sur la nécessité de prendre en compte dans cette situation, les facteurs extérieurs à la classe tels que le programme scolaire, les habitudes professionnelles, les représentations de l'enseignant lui-même.

Analyser une pratique enseignante, selon Kermen et Colin (2017, p. 188), « revient tout simplement à analyser le travail d'un enseignant en tant que personne singulière en tenant compte des contraintes auxquelles il fait face (aspect ergonomique) et des particularités des situations d'enseignement/apprentissage (aspect didactique) ». L'orientation retenue est l'analyse des mises en fonctionnement de connaissances physiques telles qu'elles sont organisées par l'enseignant lorsqu'il propose aux élèves des tâches (par exemple, réaliser le montage électrique, ...). Plus précisément, pendant la phase expérimentale, une analyse didactique des tâches prévues est effectuée à partir de la fiche de préparation de l'enseignant.

Cette analyse permet d'associer un ensemble de tâches possibles de la part des élèves, mettant en jeu des connaissances antérieures, récentes ou en cours d'acquisition. Cette analyse initiale *a priori* de tâches est insuffisante pour appréhender les activités possibles des élèves en lien avec notre objectif de la recherche. Un élément essentiel est l'analyse des déroulements effectifs qui, à partir des analyses *a priori* précédentes, précise les activités effectivement possibles des élèves dans la classe. « Du point de vue de la psychologie ergonomique, c'est l'enseignant dont on considère l'activité réelle en tant que sujet et non sous l'angle de sa position dans le triangle didactique savoir-élève-enseignant » (Robert, 2008, p. 14).

## **5.2 Positionnement du cadre théorique**

De nombreux cadres théoriques ont été développés pour analyser les pratiques enseignantes, nous nous positionnons dans ce cadre théorique par rapport aux autres théories didactiques. En sciences de l'éducation, Beillerot (1998) attribue à la pratique deux dimensions : la dimension observable qui correspond aux gestes, conduites et langage, à laquelle se rattache la dimension cognitive qui regroupe les objectifs, stratégies et idéologies. A la suite des travaux de Beillerot (1998), Altet (2002, p. 86) pense cependant que l'idée de :

« La pratique de l'enseignant renvoie à une activité professionnelle située, orientée par des fins, des buts et les normes d'un groupe professionnel. Cette pratique se traduit par la mise en œuvre des savoirs, procédés et compétences en actes d'une personne en situation professionnelle »

Blanchard-Laville (2002, cité par Dognon, 2020, p. 68), dans le sillage de Chevallard, analyse la pratique comme « la façon d'investir la tâche, de se relier aux différents objets (au sens psychique du terme) que sont les élèves, le savoir, l'institution, qui détermine la pratique ».

Ces différentes approches analysent les pratiques en termes de ce que font des individus dans une classe et comment ils le font. Toutefois, les approches de Robert et Rogalski (2002) nous apparaissent plus opératoires pour analyser les pratiques d'un enseignant de science physique. En effet, elles s'appuient sur la mise en évidence de contraintes tant externes (liées à l'institution, aux programmes, horaires, ...) qu'internes relatives à une situation d'enseignement liée à des choix bien précis. Les praxéologies dans la théorie anthropologique de la didactique (TAD) de Chevallard (1989) permettent d'expliquer la mise en œuvre d'un savoir. Elles semblent ne pas tenir compte de l'aspect ergonomique de l'activité de l'enseignant. La théorie des situations didactiques (TSD) de Brousseau (1986) permet d'analyser le savoir enseigné. Rechercher les contrats qui sont en œuvre dans une classe permet de « repérer la façon dont le professeur gère l'avancée de son projet et le rôle respectif du professeur et de l'élève dans la construction des connaissances et savoirs dans la classe » (Hersant, 2004, p. 6). Cette théorie est appréciée en situation de classe mais elle laisse de côté

les contraintes extérieures auxquelles les acteurs font face. La théorie de l'action conjointe de didactique (TACD) de Sensevy (2011) permet d'analyser les interactions enseignant-élèves autour du savoir enseigné. « Une praxéologie dans ce cadre théorique peut être vue comme un « art de faire », qui suppose à la fois d'explicitier certains éléments d'un problème, et mettre en œuvre un système de stratégies se matérialisant dans l'action pour répondre à ce problème » (Didactique pour enseigner, 2019, p. 601).

Afin de tenir compte de toutes les contraintes qui peuvent influencer le processus d'apprentissage, nous pensons convoquer la double approche didactique et ergonomique (DADE) de Robert et Rogalski (2002). Cette approche nous paraît plus opératoire pour analyser les pratiques de l'enseignant de science physique, puisqu'elle s'appuie sur la mise en évidence de contraintes tant externes (liées à l'institution, aux programmes, horaires, ...) qu'internes relatives à une situation d'enseignement liée à des choix bien précis (*Ibid.*, 2002).

Robert et Rogalski (2002, p. 509) pensent que :

« Cette théorie a été proposée pour décrire et expliquer les régularités et la variabilité des pratiques enseignantes en mathématiques, dans la mesure où une analyse didactique (itinéraire cognitif et accompagnement proposé aux élèves par les enseignants) ne suffisait pas pour comprendre les choix faits par les enseignants ».

Cette théorie tient compte également des difficultés rencontrées par les élèves lors de la réalisation des tâches. Comme le soulignent De Vecchi et Giordan (2002, p. 28) « ne pas exprimer les conceptions des apprenants, c'est considérer ces derniers comme absents du processus d'apprentissage. Cela risque fort de les empêcher de construire leur propre savoir [...] et de réduire vos efforts à peu de choses ».

Dans la démarche que nous envisageons dans ce travail de thèse, travailler c'est mettre en jeu des activités et analyser le travail, c'est étudier l'activité « ce qui est pensé, dit, pas dit, fait, pas fait » (Robert, 2008, p. 21). Nous nous intéressons moins aux connaissances des enseignants que nous avons observés qu'à leurs mises en fonctionnement et nous ne réduisons pas non plus leurs activités à des gestes professionnels.

### **5.3 Quelques recherches sur les pratiques expérimentales scolaires et la double approche didactique et ergonomique**

Toujours dans le but de caractériser notre recherche par rapport à des travaux proches, nous proposons dans cette section une revue de questions relatives aux problèmes liés à l'enseignement expérimental en science en lien ou non avec la double approche didactique et ergonomique.

Pour mieux lire et comprendre ces différents travaux, nous avons construit et adopté la même fiche de lecture. La lecture des travaux, à travers ces fiches montre que ces recherches ont été menées autour de questions et d'orientations diversifiées. À la lumière des résultats des études présentées dans le tableau suivant (tableau 6), la présente recherche poursuivra les objectifs spécifiques suivants :

1. Identifier les facteurs influençant l'acquisition des concepts en électricité ;
2. Améliorer les compétences professionnelles des enseignants centrafricains des sciences physiques ;
3. Remédier au problème du manque de matériel didactique dans les établissements scolaires centrafricains.

Auteurs	But, constat ou problème de la recherche	Mots clés	Méthodologie de la recherche	Résultats trouvés, discussions et propositions
<b>Johsua (1989)</b>	Le rapport à l'expérimental dans l'enseignement de la physique	Le rapport à l'expérimental, inductivisme, expériences prototypiques, physique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes épistémologique et histoire des options pédagogiques qui ont soutenu l'enseignement de la physique, en France.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le rapport à l'expérimental est ambigu et marqué par la dominance des expériences prototypique et physique ;</li> </ul> <p>Donc, l'importance d'orienter les pratiques expérimentales sur les démarches hypothéticodéductives et sur les processus de modélisation.</p>
<b>Coquidé (1998 et 2000)</b>  <b>Coquidé &amp; Flageul (1999)</b>	Ses questions de recherche sont multiples et variées. Elles tournent autour du rapport expérimental au vivant.	Conceptions, rapport à l'expérimental, référent empirique, curriculum, résistance du réel, formes et fonctions des expériences, modes didactiques...	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des curriculums prescrits et potentiels ;</li> <li>• Analyse des textes officiels et des guides pédagogiques ;</li> <li>• Interviews semi-directives avec des enseignants et des futurs professeurs de biologie.</li> <li>• Analyse et observation des séquences de Pratiques expérimentales en biologie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le rapport expérimental est construit et il n'est jamais donné.</li> <li>• Des difficultés à prendre certaines décisions concernant les pratiques expérimentales chez les enseignants interviewés.</li> <li>• Trois modes didactiques peuvent piloter les pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences.</li> </ul> <p>Pauvreté des références empiriques chez les élèves. D'où la nécessité d'interroger le référent empirique qui va fonder l'apprentissage.</p>
<b>Ngono (2003)</b>	Etude des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP :	La double approche didactique et ergonomique, activité, tâches, pratique enseignante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser les pratiques des enseignants à partir d'observations de classe, de transcriptions complétées</li> </ul>	L'ensemble de la recherche consiste à interpréter les pratiques des enseignants comme des systèmes cohérents de réponses parfois contradictoires à de nombreuses contraintes et aux catégories en trois

	effets éventuels de ces pratiques sur les apprentissages		<p>d'autres éléments (entretiens, discours des enseignants, ...) selon cinq composantes (cognitive, médiative, institutionnelle, personnelle et sociale) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire et analyser l'environnement mathématique des classes observées.</li> </ul>	<p>genres. La recherche montre cependant, que le difficile dépassement de certaines contradictions entre plusieurs logiques, renforcé probablement par des représentations que les enseignantes observées semblent s'être construites, peut expliquer certains choix potentiellement réducteurs de chances d'apprentissage de nombreux élèves et l'inscription de leurs pratiques dans un genre majoritaire dans l'école.</p>
<b>Robert (2007)</b>	Une vidéo de classe au service de l'analyse des séances de mathématique	Cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique, logiques d'action des enseignants, pratiques enseignantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyses didactiques ordinaires à partir des questionnaires adressés aux enseignants ou des entretiens permettant d'accéder à tout ce qui ne peut pas être observable.</li> </ul>	<p>Les résultats généraux sur les pratiques :</p> <p>Le « tout » n'est pas possible à un niveau scolaire donné. Certaines contraintes, tendances communes entre les enseignants vers quelques habitudes et certaines tensions, peuvent s'opposer aux choix de l'enseignant, qui par la suite s'oriente vers d'autres choix ;</p> <p>L'expérience de l'enseignant, oriente ses représentations et son regard à l'enseignement et l'apprentissage qui à leurs tours conditionnent ses différents choix, ce qui assure une certaine cohérence. Par la suite, l'enseignant en général ne pourra envisager que des modifications minimales dans ses propres choix.</p>

Auteurs	But, constat ou problème de la recherche	Mots clés	Méthodologie de la recherche	Résultats trouvés, discussions et propositions
<b>Molvinger et Munier (2014)</b>	Etude des pratiques d'une enseignante sur les notions de contenance et de volume en CM2 en éducation prioritaire	La double approche didactique et ergonomique des pratiques, didactiques des sciences physiques, pratiques enseignantes, effet des pratiques des enseignants sur l'apprentissage des élèves, régularités et des variabilités.	<p>Les entretiens d'auto-confrontation</p> <p>L'analyse a priori du scénario permettant d'accéder aux tâches proposées aux élèves ;</p> <p>L'analyse didactique permet de déterminer les types d'activités ;</p> <p>L'analyse du déroulement à travers des vidéos de classe.</p> <p>Les productions des élèves à la fin d'année.</p>	<p>Cette recherche a permis de mettre l'accent sur certaines logiques d'action de l'enseignant et sur les difficultés pouvant gêner ses pratiques enseignantes. Nous pensons que les résultats pourront être plus significatives si :</p> <p>l'étude est menée avec d'autres enseignants, pour pouvoir étudier les difficultés que peuvent engendrer d'autres pratiques enseignantes ;</p> <p>les dimensions personnelle et sociale étaient présentes dans les analyses faites et ce, en ajoutant au corpus, des entretiens d'auto-confrontation avec l'enseignant, pour lui permettre d'expliquer certaines de ses interventions en classe afin de mieux comprendre ses logiques d'actions.</p>
<b>Roditi (2015)</b>	Diversité, variabilité et convergence des pratiques enseignantes	Diversité, variabilité, convergence, pratiques enseignantes, contraintes, double approche didactique et ergonomique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les programmes, les manuels, les évaluations des compétences des élèves, des observations de pratiques ;</li> </ul>	La recherche montre une variabilité au niveau de la pratique adoptée par chaque enseignant. L'enseignant adapte ses interventions au déroulement de la classe, malgré ses conceptions et les contraintes qui influent son enseignement. Le

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux types d'observables sont alors définis : observables pour l'analyse des scénarios d'enseignement et observables pour l'analyse des déroulements des enseignements ;</li> <li>• Les entretiens</li> </ul>	<p>temps d'apprentissage est l'un des facteurs majeurs qui guident les pratiques de certains enseignants. À cause de la pression du temps et aux exigences du programme officiel, les enseignants se trouvent devant une nécessité de s'orienter vers une stratégie fermée avec laquelle les interactions avec leurs élèves ne sont plus favorisées afin d'avancer dans le cours.</p>
<p><b>Kermen et Colin (2017)</b></p>	<p>Trois mises en œuvre d'une transformation chimique pour introduire le thème des piles : des choix didactiques très contrastés</p>	<p>Modèle, invariance, variabilité, contrainte, double approche didactique et ergonomique, tâches proposées par les enseignantes, activité des enseignantes.</p>	<p>Les entretiens, les enregistrements vidéo des séances de classe et fiches TP distribuées aux élèves en début de séance par les trois enseignantes ;</p> <p>Analyse <i>a priori</i> des tâches que l'enseignant prévoit pour les élèves ;</p> <p>Analyse épistémique ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse didactique de la fiche TP.</li> </ul>	<p>La diversité observée dans la pratique enseignante des trois enseignantes illustre la marge de manœuvre qu'elles investissent, signe de l'influence de la composante personnelle de l'activité de chaque enseignante sur ses composantes cognitive et médiative, malgré une forte contrainte institutionnelle.</p> <p>Le savoir mis en jeu constitue un déterminant institutionnel. Les enseignantes en ont tenu compte, mais la façon dont chacune conçoit et met en œuvre la première tâche est révélatrice aussi de l'influence de la composante sante personnelle sur les composantes cognitive et médiative, puisqu'au final ce sont des séances très différentes. D'où, les logiques d'action propre à chacune des enseignantes.</p>

<p><b>Slimi (2019)</b></p>	<p>Effets d'une formation en démarche d'investigation sur les pratiques Enseignantes : Cas des enseignants tunisiens de physique</p>	<p>Les pratiques enseignantes en physique, la double approche didactique et ergonomique, la démarche d'investigation, formation des enseignants.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les données sont constituées des fiches de TP, d'observations de classe et d'entretiens de type auto-confrontation ;</li> <li>• Analyse <i>a priori</i> des scénarios de classe ;</li> <li>• Analyse des activités possibles ainsi que les apprentissages potentiels.</li> </ul>	<p>La recomposition des composantes à l'échelle de plusieurs séances montre que les enseignants sont guidés par des logiques d'actions en lien avec la nature de la séance et que les pratiques des enseignants sont caractérisées par certaines variabilités suite à la formation en démarches de types investigation.</p>
--------------------------------	--	--	---	---

**Tableau 6 :** Quelques résultats récapitulatifs des travaux de recherches menés en lien avec la DADE

#### **5.4 La théorie des deux mondes : un cadre de référence pour décomposer le savoir**

Les recherches récentes menées en didactiques des sciences ont montré que les difficultés d'apprentissage sont responsables en partie des échecs observés surtout en physique. Les élèves ont parfois du mal à réaliser et interpréter les phénomènes électriques. Autrement dit, ils ont de la peine à lier ces phénomènes électriques au monde réel. Ces difficultés ont été constatées pendant les séances que nous avons observées dans notre travail de formateur, à travers une diversité de questions que les enseignants posent aux élèves afin de les amener à découvrir le contenu de la leçon. Tel est un rappel sur les connaissances supposées connues effectué avec les élèves sous la forme d'un bref jeu de questions réponses orales. Selon notre interprétation des réponses des élèves, cette difficulté est due à ce que les sous-entendus (par exemple, une présentation des matériels, un montage électrique, ...) que contiennent le contenu de la leçon ne sont pas pris en charge en amont. Ces sous-entendus sont liés aux choix qui sont faits par les enseignants lors du déroulement des séances. De plus, nous remarquons que lors de l'introduction du titre de la leçon (prérequis), les élèves ont du mal à comprendre ce que veut dire dipôle et intensité du courant électrique. À partir de ce constat, nous convoquons la théorie des deux mondes (Tiberghien et *al.*, 2009) pour guider la conception et l'analyse des scénarios conçus par les enseignants ou par nos soins à partir d'une étude des prescriptions officielles.

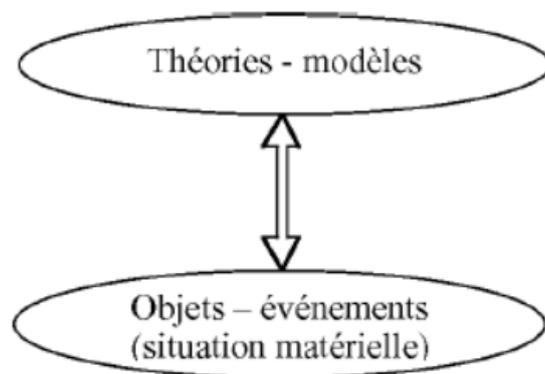
La théorie des deux mondes est un cadre conceptuel produit par la recherche qui vise à expliciter et analyser, selon les composantes épistémologique et cognitives, un domaine du savoir de manière à renseigner à la fois les bases de la conception des ressources (matériels, séquences, ...) pour l'enseignement de la physique et étudier sa mise en œuvre (Ruthven et *al.*, 2009).

##### ***5.4.1 Elaboration du savoir en physique : une activité de modélisation***

Notre recherche est fondée sur un aspect essentiel du fonctionnement de la physique, c'est-à-dire, la modélisation du monde matériel statique. Ce fonctionnement peut être caractérisé comme la recherche de relations entre les phénomènes, les concepts et les lois fondamentales permettant d'expliquer, d'interpréter, de prédire ces phénomènes (Bécu-Robinault, 2015). Ces relations conduisent à distinguer deux mondes : celui des objets et événements qui réfère au monde matériel et celui des théories et modèles qui réfère aux aspects théoriques et aux modèles des situations matérielles étudiées.

Dans ce travail de recherche, nous n'analysons pas la modélisation en physique. Cette analyse a été faite par des épistémologues tels que Bachelard (1979), Bunge (1973), etc. Il s'agit d'analyser comment les élèves perçoivent progressivement le fonctionnement de la physique.

De fait, dans l'enseignement de la physique, l'enseignant demande souvent à l'élève d'interpréter des situations déjà épurées pour s'ajuster au mieux à la physique enseignée, ou de faire un montage électrique, de mesurer et de calculer (Gaidioz et *al.*, 2004). Dans ces cas, l'élève est actif, mais ne dispose pas des moyens de comprendre que les théories et modèles physiques permettent d'expliquer et de faire des prévisions ou des validations expérimentales du modèle (Gaidioz et *al.*, 2004). Le passage entre le monde du réel et le monde du modèle proposé dans les pratiques expérimentales est le plus souvent caché. Ce sous-entendu contribue à renforcer l'arbitraire ressenti par l'élève, au prétexte que le physicien n'étudierait que des « choses qui n'existent pas », par exemple un monde sans frottement. En effet, il est donc important de ne pas réduire ou de cacher l'écart entre le monde réel et celui du modèle épuré « de science physique », mais a contrario, de rendre ce processus explicite. Ainsi, l'élève apprend à faire la distinction entre les situations matérielles des théories et modèles et c'est plus dans les allers-retours entre objets-événement et modèles que l'élève donnera du sens au modèle que dans la manipulation du modèle pour lui-même (*ibid.*). Les travaux de recherche en didactique de la physique s'intéressant à la théorie des deux mondes ont montré que ce sont effectivement des allers-retours qui sont à l'origine de difficultés des élèves.



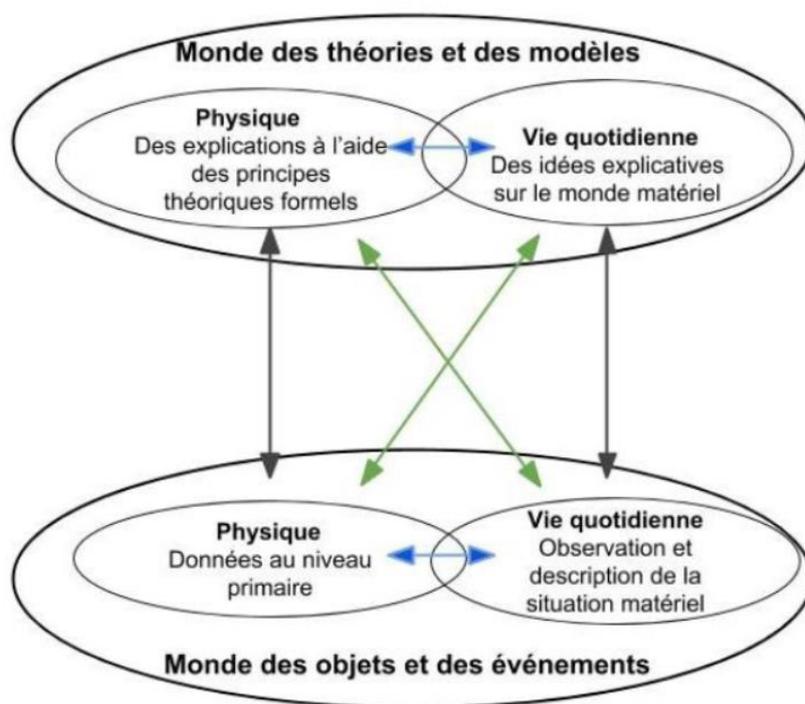
**Figure 7** : Distinction entre deux mondes, fondée sur la modélisation en physique (Gaidioz, Vince, Tiberghien, 2004, p. 1031)

Mais ces recherches ont montré également que certains enseignants rencontrent des difficultés à structurer leurs propos autour des situations, du modèle ou des relations entre les deux.

#### **5.4.2 Conceptions des individus : une double catégorisation des connaissances**

La théorie des deux mondes est une construction théorique qui a émergé de l'activité de conception en interaction avec l'activité de recherche (Gaidioz, Vince et Tiberghien, 2009). A partir des hypothèses sur les fonctionnements sur le savoir enseigné en science physique, la théorie des deux mondes propose une double catégorisation des connaissances : les connaissances quotidiennes et celles de la science physique. Ainsi des propositions d'élèves en cours d'enseignement peuvent relever de toutes ces catégories. Cette décomposition

similaire pour le savoir de la physique et le savoir quotidien permet de prendre en compte les difficultés et les évolutions des apprenants. En particulier, elle permet de mettre en évidence que la description en termes d'objets et d'événements demandés dans l'enseignement de la physique n'est pas celle de la vie quotidienne même pour une situation familière. Il est nécessaire souvent d'introduire explicitement dans l'enseignement la description adéquate qui fait l'objet d'un apprentissage (Gaidioz, Vince et Tiberghien, 2009). « A chacune de ces connaissances, nous associons : les théories/modèles et les descriptions/observations en termes d'objets et d'événements d'une situation matérielle » (*Ibid.*, p. 2287)<sup>51</sup>. Ce qui signifie que les savoirs savants/experts sont les produits d'activités de modélisation de la matière statique qui engagent des savoirs relevant à la fois du « monde des choses », celui des « objets et des événements » et du « monde des théories et des modèles ». Autrement dit, les savoirs (disciplinaires) et les savoir-faire (vie quotidienne) sont catégorisés en deux mondes : le monde des théories et celui des objets et des événements.



**Figure 8 :** Double catégorisation de connaissances (Tiberghien et *al.*, 2009, p. 2287)

Cette décomposition du savoir permet donc d'interpréter les différentes caractéristiques des difficultés des élèves lors de l'apprentissage de la science physique, telles que repérées dans de nombreuses recherches (par ex. Driver et *al.*, 1985). Les résultats de ces recherches montrent que les élèves sont souvent capables de résoudre un problème de la physique incluant les outils mathématiques (Kpokpolingou et Boilevin, 2020). Cependant, les élèves ne sont pas souvent capables de donner du sens physique à ces formulations mathématiques.

<sup>51</sup> Traduction personnelle

Autrement dit, ils doivent être situés dans la théorie associée qui conduit aux relations entre grandeurs physiques et qui permet de prédire et interpréter des expériences. Notre recherche, qui porte sur la pratique expérimentale en lien avec la théorie des deux mondes, permet d'interpréter et d'analyser ces difficultés, qui portent généralement sur les établissements de liens entre le monde des objets et événements et le monde de la théorie et modèle.

### **5.5 Questions de recherche**

A travers les analyses des séances effectivement observées, nous mettons en œuvre une étude comparative des pratiques enseignantes qui permet d'apprécier les choix préalables et les choix d'adaptations dans l'action effectués par les enseignants. La diversité de ces choix, ou au contraire leur similarité, fourniront des éléments des invariances ou des variabilités.

Nos analyses visent cependant à répondre aux questions de recherche suivantes.

La première question concerne les tâches effectuées dans les séances par les enseignants pour susciter l'activité des élèves. Ces enseignants s'appuient, a priori, sur un même objectif qui est celui de l'enseignement de l'intensité du courant électrique mais pas tout à fait avec le même dispositif expérimental. Il s'agit d'observer comment l'activité expérimentale est introduite pour amener les élèves à comprendre les phénomènes électriques élémentaires. Les deux questions suivantes visent à caractériser le travail des enseignants en recherchant des invariances et des variabilités, en reconstruisant leurs logiques d'action (ou logiques d'enseignement) en termes d'imbrications des composantes de leur activité pour comprendre les choix effectués.

La dernière question permet de caractériser la pratique des enseignants susceptible d'aider les élèves à disposer des moyens de comprendre que les théories et modèles physiques permettent d'expliquer et de faire des prévisions ou des validations expérimentales du modèle.

Q1. Quelle est la mise en œuvre expérimentale des enseignants centrafricains observés dans le cadre de l'enseignement de l'intensité du courant électrique en classe de troisième ?

Q2. Quelle interprétation de leur activité en termes de composantes des pratiques peut-on en déduire ? Quelles logiques d'action peut-on reconstruire ?

Q3. Comment les enseignants font pour aider les élèves à distinguer les deux mondes (objets/événements et théorie/modèle) ?

### **5.6 Conclusion**

Les recherches présentées dans ce chapitre proposent d'étudier les pratiques expérimentales dans leur complexité. Elles s'inscrivent dans le cadre de la double approche didactique et ergonomique. Dans notre cas, nous cherchons à adapter ce cadre théorique afin d'étudier,

dans une perspective compréhensive, d'étudier les invariances et les variabilités dans les mises en œuvre expérimentales des enseignants centrafricains de science physique et leurs logiques d'actions. Dans tous les cas, ces enseignants investissent néanmoins des marges de manœuvre, produisant ainsi des différences interpersonnelles entre les pratiques. Les activités des élèves en classe sont également influencées par l'enseignant et son action en classe. A partir de ce constat, la théorie de deux mondes soutient que l'apprentissage de la physique est lié aux relations établies entre les deux mondes : le monde des théories et le monde des objets et des événements (Gaidioz, Vince et Tiberghien, 2009). Toutefois, il convient de souligner que les interventions de l'enseignant sont alors décrites selon une vision didactique traduisant les parcours cognitifs adoptés et les interactions au sein de la classe. C'est pourquoi, l'étude des pratiques enseignantes sous l'angle de cette théorie ne prend pas en considération les facteurs extérieurs à la classe et se limite ainsi aux déroulements au sein de la classe, sans pour autant prendre en considération les déterminants en lien avec l'exercice du métier (Robert et *al.*, 2007) dans une perspective ergonomique.

Ce chapitre nous a permis finalement d'orienter le cadre conceptuel de notre recherche. Le chapitre suivant développe les méthodes qui seront mises en place pour répondre aux différentes questions de recherches posées.

## **CHAPITRE 6**

### **CADRE METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE**

## **Plan du chapitre 6**

### **Introduction**

#### **6.1 Principes généraux de la méthodologie utilisée**

#### **6.2 Échantillonnage de la recherche**

6.2.1 Les établissements choisis

6.2.2 Les enseignants et la structure des classes observés

*a. Observation de la séance avec l'enseignante P1*

*b. Observation de la séance avec l'enseignant P2*

*c. Observation de la séance avec l'enseignant P3*

*d. Observation de la séance avec l'enseignante P4*

#### **6.3 Recueil des données**

6.3.1 Enregistrement audio-visuel des séances

6.3.2 Les entretiens (ante et post)

#### **6.4 Organisation des données**

6.4.1 Programmes scolaires

6.4.2. Données vidéo des séances

*a. Transcription et synopsis*

*b. Répartition des activités des élèves pendant chaque phase*

6.4.3 Données entretiens avec les enseignants

#### **6.5 Méthode d'analyse des données**

6.5.1 Analyse a priori du contenu des fiches de préparation

6.5.2 Analyse du déroulement des séances de classe observées

#### **6.6 Résumé de la méthodologie de recherche**

6.6.1 Recueil des données

6.6.2 Traitement et analyse des données

#### **6.7 Conclusion**

## **Introduction**

Dans ce chapitre, nous présentons les méthodes d'observations de quatre enseignants centrafricains lors de leur séance d'enseignement sur l'intensité du courant électrique. Nous décrivons les principes généraux de cette méthodologie. Nous proposons une brève présentation des enseignants observés et nous décrivons les cadres institutionnels dans lesquels nous avons réalisé nos observations. Par la suite, nous précisons également le type de méthode adoptée pour le recueil de données. Enfin, nous présentons les différentes méthodes de traitement et d'analyse des données recueillies en mettant en relief l'articulation des cadres théoriques convoqués pour répondre aux questions de recherche.

### **6.1 Principes généraux de la méthodologie utilisée**

Nous nous proposons de décrire le processus méthodologique à travers lequel nous cherchons à répondre aux questions de recherche.

A partir de nos cadres théoriques, nous avons construit notre problématique en prenant appui à la fois sur des références théoriques et des données de terrain. Nous cherchons à donner des éléments de réponse à nos objectifs de recherche : observer la place de l'activité expérimentale dans l'enseignement de l'intensité du courant, en présence ou non de matériels didactiques, pour des effectifs d'élèves pléthoriques en Centrafrique. Pour dégager ces éléments de réponse, nous avons choisi de passer par des questions de recherches qui se rattachent aux logiques d'action des quatre enseignants observés pour tenter de repérer des invariances et des variabilités qui marquent les pratiques effectives de ceux-ci. Notre corpus est composé des enregistrements vidéo de l'intégralité des séances dans les quatre classes (respectivement 69, 89, 78 et 92 élèves âgés de 14 à 16 ans), les entretiens (ante et post) et les fiches de préparation des enseignants. Toutes les séances se sont déroulées dans des salles non équipées desdits établissements. Les élèves sont assis par 3, 4 ou 5 sur des table-bancs.



**Schéma 5** : Illustration du plan de la classe

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'une étude qualitative de terrain (Paillé, 2007 ; Paillé et Mucchielli, 2008 ; Pope et Mays, 2006) dans le sens où elle se tient avec un contact direct avec les sujets de la recherche, à travers l'observation de pratique de classes et d'entretiens.

Nous entendons par « recherche qualitative de terrain » (Paillé et Mucchielli, 2008), la recherche qui donne un contact personnel avec les sujets de la recherche, par l'observation des pratiques d'enseignantes dans les milieux mêmes où évoluent les acteurs et principalement à travers d'entretiens. La recherche est dite « qualitative » principalement dans deux sens (*Ibid.*, 2008) : dans un premier sens, les instruments et méthodes utilisés sont conçus, d'une part, pour recueillir des données qualitatives (témoignages, notes de terrain, images vidéo, etc.),

d'autre part, pour analyser ces données de manière qualitative (c'est-à-dire en extraire la signification plutôt que les transformer en pourcentages ou en statistiques) ; la recherche est aussi dite qualitative, selon un second sens, car l'ensemble du processus est mené d'une manière « naturelle », sans appareils sophistiqués ou mises en situation artificielles, selon une logique proche des personnes, de leurs actions et de leurs témoignages : une logique de la proximité (Paillé, 2007 et Slimi, 2019).

Avant de commencer notre enquête, nous avons déposé, et obtenu, une demande d'autorisation administrative auprès de l'unique inspecteur de sciences physiques<sup>52</sup>, pour l'observation et l'usage d'enregistrements vidéoscopiques des quatre enseignants à sa charge. Dans cette demande, nous avons mentionné l'aspect institutionnel de cet enregistrement en soulignant que ces vidéos ne serviront qu'à notre recherche. Autrement dit, elles ne seront ni communiquées à d'autres personnes, ni vendues, ni utilisées à d'autres fins. Avec l'inspecteur de sciences physiques, nous avons envisagé plusieurs enseignants que nous avons contactés par téléphone pour tenir compte de leur disponibilité. Finalement, quatre enseignants ont répondu favorablement à notre demande et se sont portés volontaires pour participer à notre recherche.

Avant de programmer les séances, nous avons tenu un entretien avec les quatre enseignants volontaires. Au cours de cet entretien, nous nous sommes présentés en tant que chercheur en didactique de sciences physiques et enseignant à l'ENS et nous leur avons expliqué l'intérêt de ces observations de classe. Nous leur avons précisé que ces prises de vue en vidéo sont réalisées à des fins de recherche sur l'action des enseignants et des élèves dans le cadre des « activités expérimentales dans l'enseignement et apprentissage de la physique au collège en Centrafrique : cas de l'électricité ». Nous avons insisté sur notre impartialité dans leur pratique, c'est-à-dire que nous n'aurons aucune prise de position ou encore moins un regard critique sur leur pratique. Cet aspect s'avère d'autant plus important que les quatre enseignants nous connaissent déjà dans notre fonction de formateur au sein de l'ENS.

Enfin, nous nous sommes entretenu avec eux, avant et après la séance, en vue de recueillir des informations sur leur expérience, leur ressenti, l'atteinte de leurs objectifs et leur rapport à l'objet du savoir mis en jeu.

## **6.2 Échantillonnage de la recherche**

Dans cette section, nous allons présenter les établissements, les enseignants volontaires et la structure des classes pour lesquels nous avons effectué nos observations.

---

<sup>52</sup> En Centrafrique, on utilise le pluriel Sciences Physiques pour désigner Physique – Chimie et Science Physique pour désigner la Physique. Dans notre travail, nous utilisons science physique pour désigner tout simplement la physique.

### 6.2.1 Les établissements choisis

En Centrafrique, il coexiste deux types d'établissements concernant l'enseignement au secondaire (Fondamental 2) : les établissements publics et privés. Tous les deux sont soumis aux mêmes programmes scolaires et la mise en œuvre est suivie par l'inspection générale de l'éducation nationale tenant compte de la prescription officielle. Il existe aussi des établissements dits « paraétatiques » qui sont non gouvernementaux mais dont la gestion administrative est assurée par le personnel de l'Etat. Nous avons choisi trois établissements secondaires dont deux publics et un privé pour servir de cadre à notre recherche : le Groupe Scolaire Elim Nzangognan (GSEN), le lycée Barthélémy Boganda et le lycée de Gobongo, tous situés dans la capitale Bangui (figure 9).

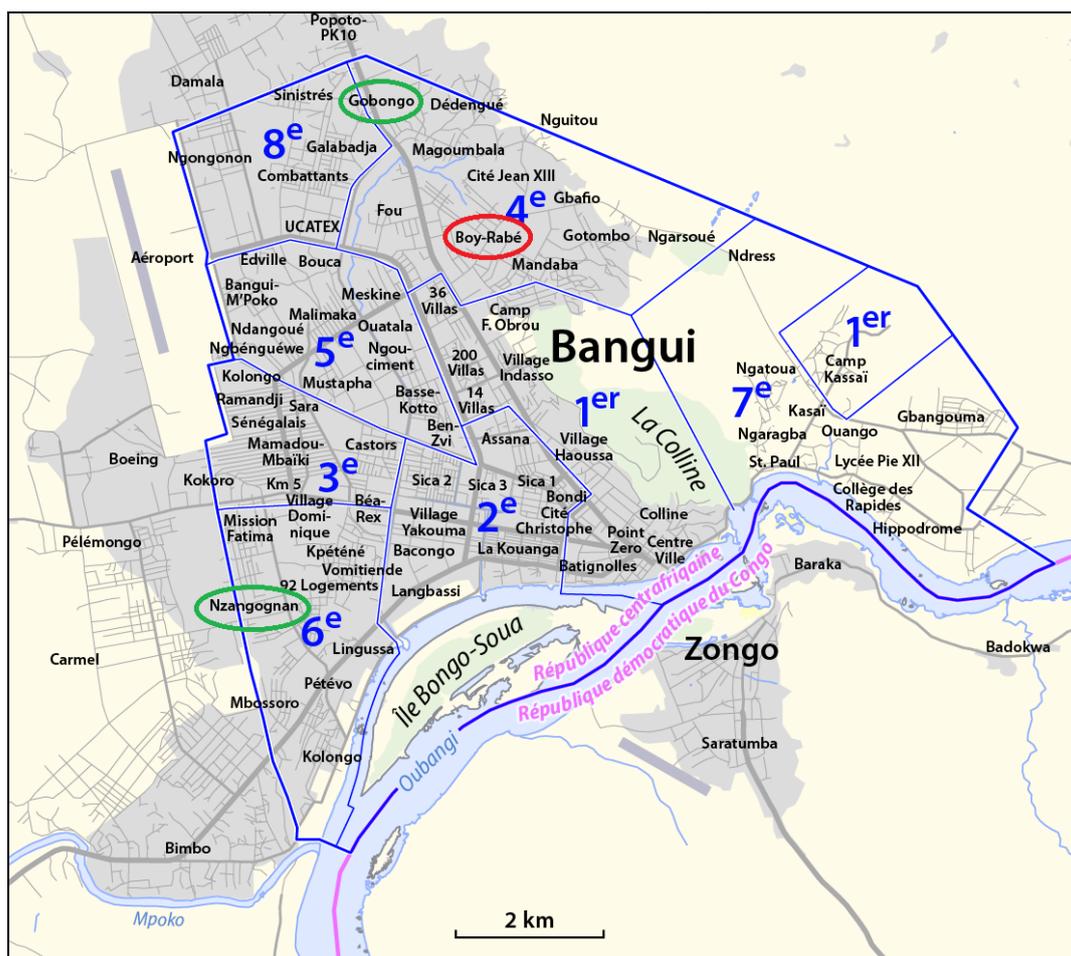


Figure 9 : carte de Bangui permettant de repérer l'implantation des trois établissements

Le **Groupe Scolaire Elim Nzangognan (GSEN)** (voir carte) est un établissement privé créé en septembre 2002 par la plateforme de l'AEC (Association des Eglises Chrétiennes). Il est accrédité par l'Etat centrafricain et situé dans le sixième arrondissement au sud-ouest de la capitale Bangui, plus précisément dans le quartier Nzangognan. La population rencontrée dans cet arrondissement est pauvre et le droit d'inscription correspond au statut

socioprofessionnel de la population. Cet établissement regroupe deux niveaux d'enseignement : l'enseignement primaire (fondamental 1) et l'enseignement secondaire (fondamental 2). Cet établissement compte en tout quatre bâtiments dont un en étage (R+2) abritant seize salles de classe. Le secondaire est divisé en deux : le collège (de la sixième à la troisième) et le lycée (de la seconde à la terminale dans les séries littéraires A et B, mais pas de séries scientifiques). L'établissement compte plus de 2500 élèves avec environ 80 élèves par classe. En dehors de ces salles de classe, l'établissement dispose de bureaux administratifs dont le conseil d'administration, le conseil de coordination, le provisorat, le censorat, la surveillance générale, l'intendance et le secrétariat. Cet établissement ne dispose pas de matériels didactiques pour des expériences de cours ni d'équipements de laboratoire pour les travaux pratiques ou des TP-cours en sciences physiques ni d'une salle spécifiquement prévue pour eux. Nous avons une double motivation pour choisir cet établissement. D'abord, il est situé en zone urbaine et il s'agit d'un établissement privé assez bien classé compte tenu de ses records (MEN, 2017) aux examens de fin d'année (Brevet d'étude du premier cycle, BEPC et Baccalauréat). Par conséquent, nous pensons qu'il peut constituer une référence des établissements privés situés dans la capitale.

Le **lycée Barthélémy Boganda (LBB)** (*voir carte*) est un établissement public situé sur les pentes de la colline du Bas-Oubangui qui le surplombe à l'Est de la capitale Bangui (dans le quatrième arrondissement). Il représente une figure emblématique des établissements scientifiques du secondaire (fondamental 2). En effet, avant l'indépendance, le gros contingent de l'élite centrafricaine était formé dans cet établissement avant d'être orienté à partir de la 3<sup>ème</sup> au Congo Brazza. Cet établissement, créé le 17 mai 1952, a été inauguré le 23 janvier 1954 par le haut-commissaire de l'AEF<sup>53</sup>, Pierre Chauvet. A cette époque (1954), il y avait environ 25 élèves par classe. Tout d'abord dénommé collège Emile Gentil, il est devenu « lycée Barthélémy BOGANDA », noté LBB. Le lycée BB est l'une des plus grandes institutions secondaires mixtes, publiques à vocation scientifique du pays. Aujourd'hui, le lycée compte 60 salles de classe dont seules 49 sont utilisées avec plus de 14.000 élèves, 140 professeurs, 39 agents administratifs et plus ou moins 100 élèves par classe. Cet établissement dispose d'un laboratoire non équipé de matériels didactiques pour les travaux pratiques ou des TP-cours en sciences physiques. En fait, le peu de matériels didactiques dont il dispose ne fonctionne plus sous l'effet de la chaleur et/ou par manque d'entretien. Pire encore, plusieurs matériels ont été emportés, détruits et vandalisés pendant les crises à répétition dans le pays. La raison pour laquelle nous avons choisi cet établissement est qu'il fait partie des

---

<sup>53</sup> Afrique équatoriale française

établissements publics de référence grâce à sa bonne réputation scientifique dans le milieu universitaire.

Le **lycée de Gobongo (LG)**, établissement public d'enseignement secondaire, est situé dans le quatrième arrondissement, vers la sortie nord de la capitale Bangui. L'établissement est doté d'un nouveau bâtiment en étage (R+1) qui abrite l'administration et des trois anciens bâtiments construits en 1960 avec la création du collège de Boy-rabe possédant huit salles de classe d'une capacité d'accueil de 60 élèves. Malheureusement, au lieu de 60 élèves par classe, l'établissement est passé aujourd'hui à presque 200 élèves. L'établissement accueille plus de 5000 élèves, répartis dans des classes de la sixième à la terminale (série A et B, pas de séries scientifiques). Le lycée de GOBONGO ne possède pas de laboratoire équipé de matériels pour les travaux pratiques en sciences physiques. Nous avons choisi cet établissement pour deux raisons fondamentales. D'une part, c'est un établissement public qui ne dispose ni d'un laboratoire ni de matériels didactiques et il éprouve d'énormes difficultés pour proposer suffisamment de places assises à cause d'un effectif pléthorique des élèves. D'autre part, il est situé parmi les quartiers frontaliers avec la capitale, presque en zone rurale, et il accueille les élèves venus de Boali, de Damara (villes proches de la capitale).

### ***6.2.2 Les enseignants et la structure des classes observés***

Dans cette étude, nous nous appuyons sur une recherche à visée descriptive des pratiques expérimentales en relation avec nos objectifs de recherche, à travers une étude de cas de quatre enseignants de sciences physiques centrafricains volontaires, désignés respectivement par P1, P2, P3 et P4 dans la suite du travail. Le tableau 7 suivant récapitule toutes les informations concernant ces quatre enseignants.

Nos observations concernent chacune des classes de troisième des trois établissements que nous avons succinctement présentés. Dans les quatre cas, les séances se sont déroulées dans des salles non équipée desdits établissements. Les élèves sont assis sur des table-bancs (3 ou 4 voire 5 élèves par table-bancs). Il s'agit de séances ordinaires dans la mesure où les enseignants ont mis en place leur propre projet d'enseignement sur lequel nous n'avons eu aucun regard ni *a priori*, ni *a posteriori* (Calmettes, 2012 ; Laborde, Coquidé & Tiberghien, 2002).

	Enseignante P1	Enseignant P2	Enseignant P3	Enseignant P4
Ages	39 ans	33 ans	40 ans	35 ans
Année d'expérience professionnelle	07 ans	04 ans	03 ans	03 ans
Ancienneté d'enseignement de physique en classe de 3 <sup>ème</sup>	07 ans	04 ans	03 ans	03 ans
Parcours de formation initiale	Formation universitaire : Maîtrise en physique Formation dans le cadre du CAPES <sup>54</sup>	Formation dans le cadre du CAPP <sup>55</sup> à l'Ecole Normale Supérieure (ENS)	Formation dans le cadre du CAPP <sup>55</sup> à l'Ecole Normale Supérieure (ENS)	Formation dans le cadre du CAPP <sup>55</sup> à l'Ecole Normale Supérieure (ENS)

**Tableau 7** : récapitulatif des informations concernant les enseignants

### a. Observation de la séance avec l'enseignante P1

La première observation porte sur l'activité d'enseignement au Groupe Scolaire Elim Nzangonan regroupant les élèves lors d'une séance de cours ordinaire réservée à l'étude de l'« intensité du courant électrique » en classe de troisième. Pendant cette séance, l'enseignante P1 a prévu un dispositif expérimental en se servant des matériels tirés d'objets de récupération. Le nombre d'élèves dans la salle de classe est de 69 (13 filles et 56 garçons). Cette séance a lieu l'année scolaire 2019/2020.

<sup>54</sup> Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement secondaire, deux ans de formation après la licence.

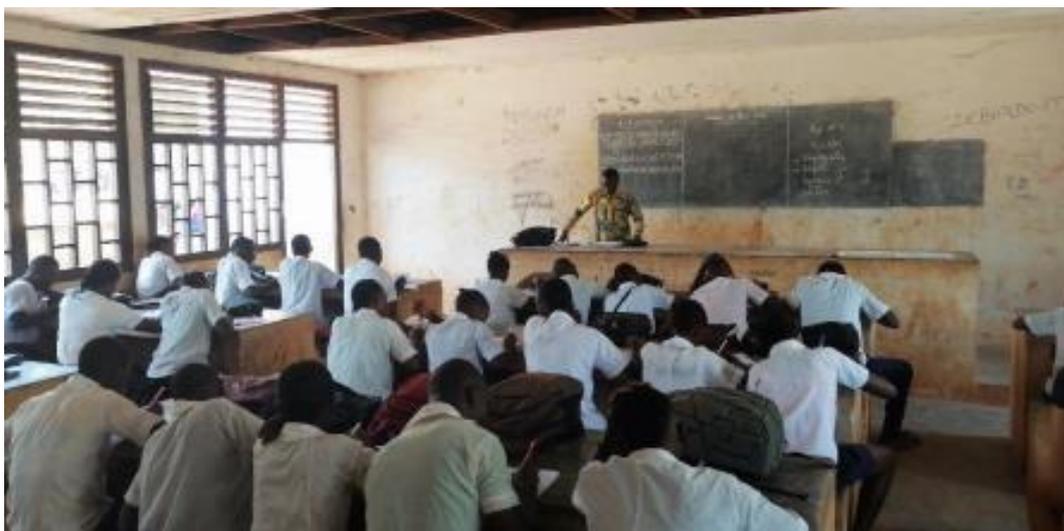
<sup>55</sup> Certificat d'aptitude au professorat de premier cycle, trois ans de formation après le bac.



**Figure 9** : salle de classe d'établissement privé GSEN (P1 et ses 69 élèves)

### **b. Observation de la séance avec l'enseignant P2**

La deuxième observation porte sur l'activité d'enseignement expérimental au lycée Barthélémy Boganda, réservée à l'étude de l'« intensité du courant électrique » en classe de troisième, menée par une démarche du type représentation sémiotique. Pendant la séance, l'enseignant P2 n'a pas prévu un dispositif expérimental. Le nombre d'élèves dans la salle de classe est de 89 (11 filles et 78 garçons). Cette séance a lieu l'année scolaire 2019/2020.



**Figure 10** : salle de classe d'établissement public LBB (P2 et ses 89 élèves)

### **c. Observation de la séance avec l'enseignant P3**

La troisième observation porte sur l'activité d'enseignement au lycée Barthélémy Boganda regroupant les élèves lors d'une séance de cours ordinaire réservée à l'étude de l'« intensité

du courant électrique » en classe de troisième. Au niveau de la mise en œuvre expérimentale, l'enseignant P3 s'est muni de certains matériels didactiques défectueux<sup>56</sup> du laboratoire et n'a pas fait de montage. Le nombre d'élèves dans la salle de classe est de 78 (25 filles et 53 garçons). Cette séance a lieu l'année scolaire 2020/2021.



**Figure 11** : salle de classe d'établissement public LBB (P3 et ses 78 élèves)

#### **d. Observation de la séance avec l'enseignant P4**

La quatrième observation s'est déroulée au lycée de Gobongo lors d'activité d'enseignement sur l'« intensité du courant électrique » en classe de troisième. Pendant la mise en œuvre, l'enseignant P4 a prévu un dispositif expérimental choisi par lui-même. Le nombre d'élèves dans la salle de classe est de 92 (38 filles et 54 garçons). Cette séance a lieu l'année scolaire 2019/2020.

---

<sup>56</sup> L'enseignant P3 savait que le matériel était défectueux avant la séance et il n'a pas préparé les expériences.



**Figure 12** : salle de classe d'établissement public LG (P4 et ses 92 élèves)

Ainsi donc, toutes les séances que nous avons observées avec les quatre enseignants sont de type ordinaire, puisque les choix sont laissés aux enseignants au niveau de la mise en œuvre expérimentale qu'ils préconisent lors de son déroulement (Calmettes, 2012 ; Laborde, Coquidé & Tiberghien, 2002).

### **6.3 Recueil des données**

Notre corpus est composé des enregistrements vidéo et audio de l'intégralité des quatre séances filmées, des entretiens (ante et post) du type semi-directif avec les quatre enseignants et leurs fiches de préparations.

#### **6.3.1 Enregistrement audio-visuel des séances**

Avant de commencer, nous avons formulé la demande d'autorisation de filmage vidéo auprès des chefs hiérarchiques desdits établissements que nous avons précédemment décrits. Nous avons également choisi de ne pas intervenir en tant qu'acteur secondaire dans tous les processus d'apprentissage, mais d'adopter plutôt une posture d'observateur.

A l'aide d'un caméscope placé au fond de la salle, nous avons pu réaliser les différents enregistrements vidéo. Nous pouvions à tout moment zoomer, dans les cas nécessaires, sur le tableau ou sur les échanges qui se produisent entre l'enseignant et les élèves. La caméra permet également l'enregistrement des activités des enseignants ainsi que celles des élèves en vue de recueillir de part et d'autre les informations nécessaires qui rendent compte de la mise en œuvre expérimentale pendant les séances. Pour apporter plus de précision dans l'enregistrement audio de l'intégralité des séances, nous avons placé un dictaphone à proximité du tableau noir pour enregistrer les interactions verbales entre enseignant-élèves et élèves-élèves.

### 6.3.2 Les entretiens (*ante* et *post*)

Afin d'apporter plus de précision dans nos analyses, nous avons réalisé des entretiens (*ante* et *post*) du type semi directif avec les enseignants observés.

Les entretiens<sup>57</sup> *ante* sont réalisés avant les séances de cours et ont pour objectifs d'obtenir les informations suivantes : l'idée sur les expériences individuelles et collectives dans l'enseignement de la physique, l'évolution des parcours des enseignants. Ces entretiens ont duré 04mn06s pour P1, 04mn06s pour P2, 05mn10s pour P3 et 06mn17s pour P4.

Les entretiens *post* avec les enseignants sont réalisés juste à la fin de la séance de cours. Ils ont duré de 20mn03s pour P1, 19mn09s pour P2, 19mn21s pour P3 et 24mn24s pour P4. Ce type d'entretien permet de mettre en évidence la représentation des enseignants relativement à certains concepts développés pendant le cours, repérer l'écart entre ce qu'ils ont fait en classe et ce qu'ils déclarent avoir fait, faire ressortir les raisons qui ont motivé le choix des tâches proposées aux élèves, faire émerger ce qui explique certains de leurs choix didactiques à certain moment de leur réalisation. Au cours de ces entretiens enregistrés en audio, des questions semi-directives sont posées aux enseignants observés dans le but de dégager leurs regards envers le métier d'enseignant et les contraintes auxquelles ils font face. Afin de mieux appréhender les questions qui seront posées, certains enseignants (P1 et P3) nous demandent de mettre à leur disposition l'enregistrement vidéo de la séance qu'il a menée pour dégager les événements à discuter et les éclaircissements qu'il pourra apporter. Nous avons mis à leur disposition ces vidéos pour leur permettre de se souvenir de tout ce qu'ils ont dit et fait pendant la séance. Il nous semble que cela change la méthodologie générale de notre travail, puisque P1 et P3, disposant de la vidéo, ne répondent pas exactement de la même manière que P2 et P4 puisque ces deux derniers ne peuvent se fier qu'à leurs souvenirs alors que les deux premiers peuvent regarder la vidéo. Dans ce cas-là, l'entretien ressemble plus à un entretien de type autoconfrontation qu'à un entretien semi-directif. Cependant, dans ces entretiens (*ante* et *post*) avec les enseignants, les questions sont posées de manière à ne pas dévoiler les visées de structure de leurs séances puisqu'il s'agit d'une simple observation que nous analysons en tant que chercheur et non d'un jugement de valeur.

### 6.4 Organisation des données

Dans cette partie, nous présentons l'organisation des données recueillies à partir de la documentation officielle (programmes scolaires) et des observations de classes.

---

<sup>57</sup> Guide d'entretien disponible en annexe 15

### **6.4.1 Programmes scolaires**

Le programme scolaire de sciences physiques est harmonisé et adapté en adéquation avec ceux de la sous-région des pays de la CEMAC<sup>58</sup>. Ce programme a été élaboré en 1960 par les concepteurs (Inspection générale de l'éducation) et appliqué selon la logique idéologique de l'occident. La grille de ce programme est construite autour des objectifs généraux et spécifiques, en lien avec le contenu de la matière à enseigner (MEN, 1960). Ce programme des sciences physiques a été revu pour la dernière fois en 1993 par le ministère de l'Éducation nationale, de la recherche scientifique et technique (MENRST, 1993).

### **6.4.2. Données vidéo des séances**

Nous procédons premièrement à une transcription à partir du corpus constitué par les enregistrements vidéo pour chacune des séances observées. Ensuite, nous construisons les synopsis des différentes séances. Enfin, nous procédons à une répartition des activités des élèves pendant chaque phase.

#### **a. Transcription et synopsis**

Les enregistrements des séances de classe ont été intégralement transcrits (voir annexes) pour être analysés. Ces transcriptions nous permettent de préparer des synopsis (Sensevy, 2011) afin de donner une vision récapitulative des déroulements des séances. Par exemple, lorsqu'une question porte sur l'interprétation des phénomènes électriques liés aux activités expérimentales, nous indiquons les connaissances et concepts pouvant être mobilisés pour les enseignants et selon quelle logique d'action, qui contribuent à l'atteinte des objectifs qu'ils se sont fixés au sein du réseau de contraintes locales (manque de matériels didactiques et salle surpeuplée) dans lequel ils agissent.

---

<sup>58</sup> Communauté économiques et monétaire d'Afrique centrale

Temps (min)	Phases	Episodes	Contenu de l'étape	Remarques
00.00          01.20	P1 Introduction (01.20)	Ep.1 Accueil (01.20)	<i>[P écrit la date au tableau et demande aux élèves de prendre leurs cahiers de cours]</i>  <i>[P demande aux élèves comment ils ont passé leur weekend ?]</i>  Els : très bien madame !  P : ceux qui ont eu leur examen ? ça s'est bien passé ?  Els : oui madame ! non madame, ça n'a pas marché !	Action didactique
01.20	P2 Prérequis (04.04)	Ep.1 Annonce du titre de la leçon du jour (04.04)	P : qui peut me rappeler brièvement ce qu'on avait vu sur le dernier chapitre  E1 : nous avons dit que sur l'énergie mécanique. Nous avons donné une définition que l'énergie est une force que possède un corps et sans vitesse  P : chapitre 2, qui est la notion d'intensité, voilà !  <i>[P demande aux élèves lorsqu'on parle de l'intensité, on fait allusion à quoi ?]</i>  <i>[P répète la question]</i>  Els : moi madame !	Le professeur vérifie et contrôle les cahiers des élèves. Une action didactique  Le professeur écrit la partie électricité et le titre de la leçon au tableau  Les élèves n'ont pas bien compris ce que c'est qu'une intensité

**Figure 13** : extrait d'un synopsis

Dans ce synopsis, nous cherchons à repérer les différentes phases ainsi que des épisodes. Les phases didactiques repérées sont en relation avec les activités expérimentales prescrites par le programme scolaire. Ces phases sont en générale réparties de la manière suivante : mobilisation du savoir sous forme d'évaluation des connaissances antérieures des élèves (prérequis) ; activité expérimentale ; institutionnalisation du savoir ; déroulement de chaque phase didactique ; activités déployées par l'enseignant ; activités déployées par les élèves.

### **b. Répartition des activités des élèves pendant chaque phase**

Nous découpons ensuite chronologiquement les différentes phases en épisodes<sup>59</sup> selon la nature du travail, c'est-à-dire la tâche en jeu (rappels de leçon précédente, définitions des termes, exercices d'applications, autre). Pour accéder à ce découpage, nous exploitons les transcriptions et les synopsis.

Les activités, qu'elles soient du côté de l'enseignant ou de celui des élèves, peuvent être délimitées par des événements qui déclenchent l'activité et se caractérisent par le maintien d'un même « environnement de travail » (Bisault & Berzin, 2009). Schnewly, Dolz & Roveaux (2006) ajoutent qu'une activité peut être aussi déclenchée à travers une consigne orale ou écrite de la part de l'enseignant, l'introduction d'un nouveau support didactique tel que le matériel d'expérimentation, le document écrit...

<sup>59</sup> Un épisode est une unité correspondant à une constance au niveau des activités mises en œuvre par l'enseignant et les élèves. Cette unité peut être délimitée par des événements qui déclenchent l'activité et se caractérisent par le maintien d'un même « environnement de travail » (Bisault & Berzin, 2009).

Phases	Episodes	Organisation de la salle	Temps	Nbre de Tdp
Ph.1 : Introduction de la séance	Ep.1 : Accueil et présentation / salutation et mots de bienvenue.	Exposition par l'enseignante	01:20	P1 : 01 E : 00 Els : 02
Ph.2 : Prérequis/p réparation de la leçon	Ep.1 : Annonce du titre de la leçon du jour.	Construction collective entre l'enseignante et les élèves	04:04	P1 : 14 E : 09 Els : 03
Ph.3 : Activités expérimentales	Ep.1 : Introduction de la première partie du chapitre (intensité du courant).	Construction par l'enseignante	01:00	P1 : 27 E : 17 Els : 05

**Figure 14** : extrait d'une répartition des phases en épisodes (exemple de P1)

Dans la figure 14, nous avons choisi de repérer, pour chaque épisode, l'organisation du travail proposée par l'enseignant pendant la séance (travail, individuel coopératif ...), le nombre de tours de paroles pour l'enseignant et ses élèves.

### **6.4.3 Données entretiens avec les enseignants**

Le type d'entretien utilisé cadre avec notre objet de recherche. En effet, les entretiens semi-directifs mettent en valeur le point de vue, les perceptions et les représentations de chaque individu dans un contexte nouveau pour le chercheur.

C'est à travers ces nouvelles données extraites grâce à cette méthode d'enquête que l'étude peut être élargie, modifiée ou réadaptée selon les objectifs préalablement fixés. L'application de cette méthode suppose un contact direct avec les quatre enseignants et souvent, une immersion dans l'environnement quotidien des enquêtés. Nous avons également cherché à avoir une idée précise sur l'ensemble de contenu du savoir enseigné ainsi que les objectifs fixés à cet effet, sur l'effectif, le sexe et la moyenne d'âge des élèves. Nous avons élaboré à cet effet une grille d'entretien (Annexe 15) constituée de questions à poser aux enseignants afin de recueillir les informations recherchées.

L'examen des transcriptions des entretiens semi-directifs avec les enseignants nous permettra de compléter les analyses de chaque déroulement en recherchant les commentaires faits sur les choix de tâches effectuées et sur la façon dont la séance a été vécue. Les déclarations des

enseignants devraient nous apporter des renseignements pour comparer certains éléments des fiches de préparation et les déroulements de chaque séance. De plus, ces différentes transcriptions permettent de déduire certaines contraintes liées aux dimensions institutionnelle, sociale et personnelle.

## **6.5 Méthode d'analyse des données**

Deux types de méthode d'analyse sont adoptées pour l'exploitation des différentes données collectées : une analyse *a priori* du contenu des fiches de préparation des enseignants (tâches redéfinies) en lien avec le contenu du programme (tâches prescrites) et une analyse du déroulement des séances de classe observées (tâches réelles ou effectives). Nous analysons les scénarios possibles, ainsi que les fiches de préparation, en lien avec l'idée des deux mondes dans l'apprentissage de l'intensité du courant électrique et de sa mesure. Puis, nous étudions, lors du déroulement de la séance, quels types de tâches sont effectivement proposées aux élèves et comment chaque enseignant décrit et modélise le phénomène électrique mobilisant et coordonnant plusieurs registres de représentation (langue naturelle, schéma électrique, circuit électrique, etc.). Dans cette analyse, nous nous inspirons des travaux de Delgado (2020) et de Bécu-Robinault (2015) de manière à analyser plus finement les activités des élèves en relation avec le type de tâches qu'ils réalisent en classe en lien avec la théorie des deux mondes (exemple, tableau 11).

### **6.5.1 Analyse *a priori* du contenu des fiches de préparation**

L'analyse *a priori* du contenu est appliquée sur l'ensemble des corpus tels que les programmes officiels (les tâches prescrites aux enseignants) et les fiches de préparation des enseignants (les tâches redéfinies par les enseignants et prescrites aux élèves). Nous avons effectué un repérage des consignes et des questions figurant dans les fiches de préparation pour constituer un découpage en tâches attendues de la part des élèves, selon notre point de vue. L'objectif d'une telle analyse est de manipuler les différents messages afin de mettre à jour des indicateurs qui permettent d'apporter des éléments de réponse aux questions posées dans cette recherche (Bardin, 1996). Par ailleurs, nous rappelons que cette analyse *a priori* est qualitative. En effet, il s'agit plutôt d'une analyse lexicale basée sur une technique appropriée, c'est-à-dire, sur l'étude des unités vocabulaires : repérage des verbes d'action dans les fiches de préparation des enseignants qui permettent d'identifier des tâches redéfinies (prescrites aux élèves), la fréquence d'utilisation de certains termes utilisés dans la fiche de préparation et les types d'interactions enseignants-élèves et élèves-élèves prévus (activités prévues) par les enseignants.

### 6.5.2 Analyse du déroulement des séances de classe observées

Nous réalisons les analyses des déroulements des différentes séances observées sur la base des transcriptions (en indiquant les gestes des enseignants et des élèves pour préciser l'action ou le savoir en jeu), en nous référant dans les cas nécessaires aux enregistrements vidéo et audio, aux synopsis préparés et aux différentes répartitions des activités réelles des enseignants et des élèves. Les transcriptions des séances ont été découpées en épisodes. Dans un premier temps, un épisode a été affecté à chaque réalisation de tâche issue de l'analyse *a priori* : introduction de la séance ou un rappel, définition de l'intensité du courant électrique et réalisation d'activités expérimentales. Pour analyser le déroulement des séances, nous avons décrit des épisodes en détail, en notant les interventions des enseignants, des élèves, le sujet de l'intervention : réponse à une question, concept explicité, référence à un aspect de la vie quotidienne, etc. (par exemple, le nombre de tours de paroles dans la figure 14). « Le choix de ces éléments provient pour partie d'autres études, pour partie d'une lecture inductive des transcriptions (Kermen & Barroso, 2013, p. 98). Puis nous avons examiné les déroulements en mettant en regard les épisodes portant sur le même contenu du savoir mis en jeu ; nous avons comparé les durées, le sujet des interventions et leur nature.

A l'instar de Kermen & Barroso (2013, p. 98), « nous avons cherché des régularités dans les interventions des enseignants dans les divers épisodes, en prêtant une attention particulière aux échanges entre les enseignants et leurs élèves. Pendant les entretiens avec ces enseignants, nous avons relevé leurs déclarations à propos de leurs choix, leurs dires ou ce que les élèves avaient dit ou fait, en lien avec notre objet de recherche. Puis nous les avons attribuées aux différentes dimensions (cognitive, médiative, institutionnelle, personnelle et sociale) ».

Après avoir réalisé les analyses des déroulements, nous regardons ensuite l'ensemble de chacune des séances observées, notamment les différentes phases ainsi que des épisodes. Cette analyse nous permet de tirer des renseignements sur l'organisation du travail en classe (travail individuel ou collectif). Ensuite, nous réalisons une analyse approfondie de chacun des épisodes repérés dans la phase expérimentale. Cette analyse permet de tirer les activités déployées par les enseignants et les élèves pendant la séance en lien avec les tâches prescrites aux élèves repérées dans l'analyse *a priori* des fiches de préparation des enseignants. Il s'agit ici de repérer les formes de travail avec leur répartition horaire, les interventions des enseignants auprès des élèves, leur rôle dans l'institutionnalisation du savoir, comment ils aident les élèves pour dépasser les difficultés, l'initiative qu'ils laissent aux élèves, les aides qu'ils apportent lors de chaque épisode de la leçon pour identifier finalement « qui prend en charge les différentes adaptations identifiées dans l'analyse *a priori* » (Chesnais, 2009, p. 109). Enfin, nous analysons aussi les interactions (échanges) entre les enseignants avec leurs

élèves pendant les séances observées. Ce type d'analyse se fait à deux niveaux : niveau local et niveau global.

Le niveau local permet d'analyser les aides en lien avec la tâche prescrite sur laquelle les élèves travaillent ; par exemple, les informations sous forme de savoir ou de savoir-faire que l'enseignant peut donner dans le but de simplifier la tâche, « des encouragements, des conseils généraux ou des rappels à l'ordre » (Robert & Rogalski, 2002, p. 511) ;

Le niveau global permet de repérer si les enseignants apportent des aides avant ou après les activités des élèves. « Selon les cas, l'aide peut contribuer à compléter, valider ou clore un travail ou, au contraire, le préparer. De plus, il s'agit de repérer la fréquence des différentes aides, et ainsi ce qui est valorisé, en distinguant une aide exceptionnelle, une aide régulière, à laquelle l'élève s'attend, voire une aide répétée à l'identique » (*ibid.*, 2002, p. 511).

## **6.6 Résumé de la méthodologie de recherche**

En résumé, l'analyse des données repose sur la transcription des vidéos des séances et des entretiens, ainsi que sur la construction de synopsis, permettant de synthétiser les tâches et les activités réalisées. Nous analysons les tâches effectives des quatre enseignants en lien avec les déroulements des séances des enseignants selon les composantes cognitive et médiative afin de reconstituer leurs logiques d'action. Nous analysons les interventions, les consignes des enseignants et le déroulement de leurs séances pour inférer les activités et les apprentissages potentiels des élèves. Notre analyse est basée sur les interactions entre les enseignants et leurs élèves.

### 6.6.1 Recueil des données

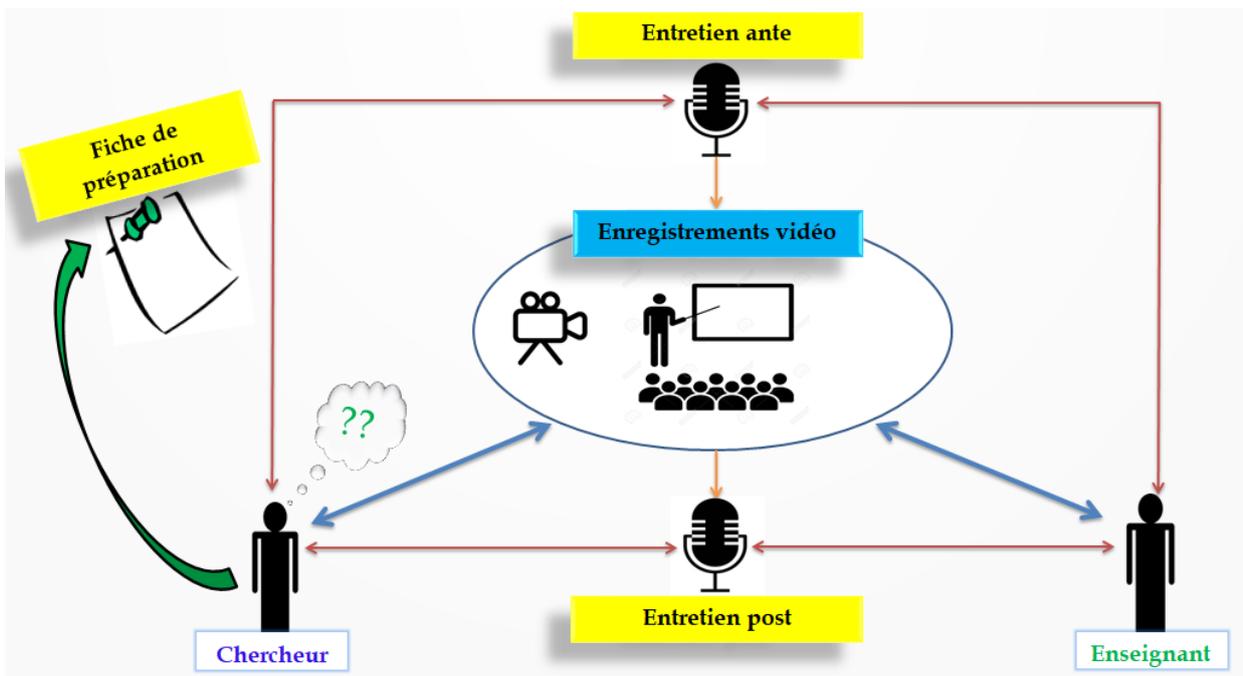


Schéma 6 : méthodologie de prise des données audio-visuelles

### 6.6.2 Traitement et analyse des données

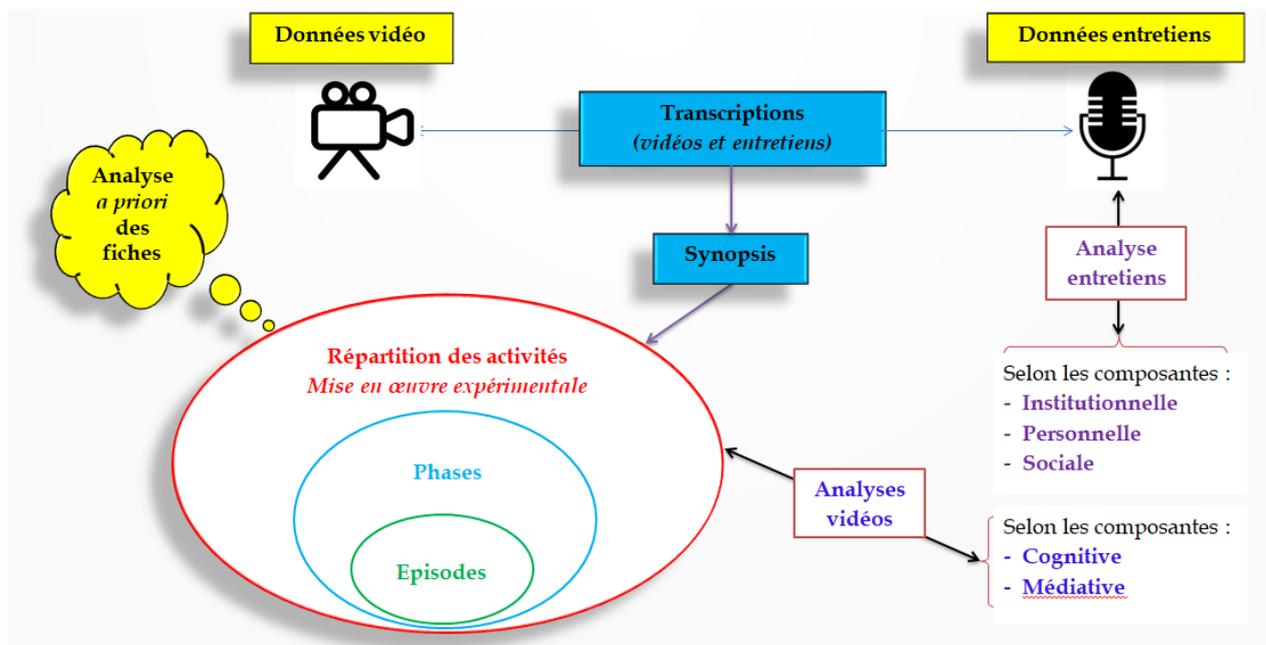


Schéma 7 : méthodologie de traitement et analyse des données audio-visuelles

### 6.7 Conclusion

Nous avons mené une étude clinique de quatre enseignants. L'objectif visé est de repérer, de décrire et d'analyser les différentes phases de l'organisation pratique effective pendant la mise

en œuvre expérimentale sur la notion de l'intensité du courant électrique. La méthodologie que nous avons suivie se décline en plusieurs étapes que nous avons présentées ci-haut.

A partir des transcriptions des enregistrements vidéo des séances et des entretiens (ante et post) avec les enseignants, nous relevons les discours, les critiques et les précisions avancées par les quatre enseignants et nous procédons à leur composition suivant les composantes de la double approche didactique et ergonomique et la théorie des deux mondes, pour les exploiter par la suite dans la compréhension de certaines logiques d'action, les contraintes du métier et la conception des élèves.

## **CHAPITRE 7**

### **ANALYSE A PRIORI**

## **Plan du chapitre 7**

### **Introduction**

#### **7.1 L'intensité du courant et sa mesure dans le programme de troisième en Centrafrique**

7.1.1 Présentation et description de la notion de circuit électrique dans le programme de quatrième

7.1.2 Présentation de l'intensité du courant électrique et sa mesure en classe de troisième

7.1.3 Les capacités à évaluer concernant l'intensité du courant et sa mesure en classe de troisième

#### **7.2 Analyse didactique des objectifs et compétences mobilisées**

#### **7.3 Analyse didactique des tâches prescrites aux élèves en classe de troisième**

7.3.1 Identification des tâches prescrites et activités potentielles des élèves

7.3.2 Analyse des tâches prescrites et activités potentielles des élèves

7.3.3 Analyse didactique en termes de pratique enseignante

7.3.4 Analyse didactique en lien avec l'idée des deux mondes

*a. Le monde des objets et des phénomènes (champ empirique)*

*b. Le monde des théories (concepts) et des modèles et leurs niveaux de modélisations*

#### **7.4 Analyse globale des scénarios possibles des quatre enseignants**

7.4.1 Analyse didactique des tâches prévues par les enseignants à partir de leur fiche de préparation

*a. Fiche de préparation de l'enseignante P1*

*b. Fiche de préparation de l'enseignant P2*

*c. Fiche de préparation de l'enseignant P3*

*d. Fiche de préparation de l'enseignant P4*

7.4.2 Analyse épistémologique des tâches prévues par les enseignants en lien avec l'idée des deux mondes

*a. Fiche de préparation de l'enseignante P1*

*b. Fiche de préparation de l'enseignant P2*

*c. Fiche de préparation de l'enseignant P3*

*d. Fiche de préparation de l'enseignant P4*

7.4.3 Discussion des tâches prescrites aux élèves entre les enseignants

*a. Tâches relatives à l'introduction du savoir mis en jeu*

*b. Tâches relatives à la réalisation des activités expérimentales*

7.4.4 Discussion sur les connaissances épistémologiques des enseignants

## **7.5 Conclusion**

## **Introduction**

Ce chapitre vise à présenter et analyser en détail les préparations des séances des quatre enseignants pour en déduire leurs potentialités en termes d'activité et d'apprentissage : quelle mise à l'étude de quels objets de savoir ? Autrement dit, cette analyse a pour objectif de montrer quelles connaissances introduisent les tâches proposées par les quatre enseignants, et comment elles sont utilisées.

### **7.1 L'intensité du courant et sa mesure dans le programme de troisième en Centrafrique**

Brièvement, nous rappelons que l'élaboration du programme centrafricain de science physique au collège vise à répondre à des enjeux politiques (De Landsheere, 1992) et didactiques (par exemple, manques d'équipement pour réaliser des expérimentations). Ces enjeux font que certains contenus du programme se trouvent inutiles à enseigner. De plus, l'élaboration de ce programme subit l'influence d'évènements (sociaux, culturels, économiques, etc.) de décisions externes au système éducatif (Becchi, 1994), mais aussi des données internes à celui-ci (les modalités didactiques et pédagogiques à mettre en œuvre, les contraintes matériels, les contraintes de temps, la structure des établissements, le niveau scolaire, etc.) (Isambert-Jamati, 1990). Enfin, le programme ne concerne pas seulement le savoir à enseigner mais aussi les moyens, les méthodes et les outils permettant la construction des activités de classe. L'inspection générale des sciences physiques est l'organisme chargé d'élaborer ce programme d'enseignement ainsi que le suivi de sa mise en œuvre dans les établissements sur toute étendue du territoire. Dans ce travail de recherche, nous nous intéressons à la place de la notion d'intensité du courant électrique et sa mesure dans ce programme, notamment en classe de troisième.

Avant d'aborder la place de l'intensité du courant électrique et sa mesure en classe de troisième, nous proposons une brève présentation et un descriptif de cette notion (électricité) en classe de quatrième (13 à 15 ans). Ce rappel de la classe de quatrième permet d'identifier les connaissances supposées connues des élèves de la classe de troisième que nous avons observée. Autrement dit, il permet de tracer l'« itinéraire cognitif » défini *a priori* par les enseignants dans la séance de troisième.

### 7.1.1 Présentation et description de la notion de circuit électrique dans le programme de quatrième

Le programme de la classe de quatrième (partie électricité) assez détaillé (MENRST<sup>60</sup>, 1993, pp. 25-44), propose une progression en six objectifs généraux et vingt-deux objectifs spécifiques (Annexe 13) :

Objectifs généraux	Objectifs spécifiques / compétences exigibles
<b>1. Le circuit électrique</b>	
Allumer une ampoule électrique	allumer une ampoule avec une pile plate, une pile cylindrique ; définir les bornes d'une ampoule, d'une pile ; savoir utiliser des douilles, des connexions, des pinces crocodiles, des crosses ; connaître les mots : générateur, récepteur.
Les matériaux du circuit	distinguer expérimentalement un conducteur d'un isolant ; réaliser un circuit électrique comportant un générateur (pile), un récepteur (lampe), un interrupteur et des fils conducteurs ; énoncer les causes possibles d'un court-circuit ; prendre conscience du danger d'électrocution.
Le circuit électrique – schématisation	représenter correctement à l'aide de convention, le schéma d'un circuit électrique et de ses éléments ; réaliser le montage d'un circuit électrique à partir d'un schéma conventionnel ; rechercher méthodiquement les causes d'une panne dans un circuit électrique.
Circuit « et », circuit « ou », « va-et-vient » : commande des circuits	énoncer la fonction d'un commutateur ; réaliser le montage de commande d'une lampe à partir de deux points différents (va et vient) ; schématiser le plan d'installation d'une lampe d'éclairage commandée par un va-et-vient.
<b>2. Faire fonctionner un circuit</b>	
Faire fonctionner un circuit électrique avec plusieurs piles	réaliser le montage d'un circuit électrique nécessitant plusieurs piles en série pour l'alimentation normale d'une lampe ou d'un appareil ; schématiser correctement cette association expliquer à partir d'observations le chemin suivi par le courant électrique dans le circuit de la lampe torche ou de la bicyclette ; connaître le symbole de la masse (prise de terre).
Faire fonctionner un circuit électrique avec plusieurs lampes	différencier un montage en série et un montage en dérivation (parallèle) ;

<sup>60</sup> Ministère de l'éducation nationale, de la recherche scientifique et technique, 1993.

	<p>énoncer les particularités de l'un ou l'autre montage,</p> <p>réaliser un montage en série et un montage en dérivation et schématiser ces montages.</p>
--	--

**Tableau 8** : récapitulatif des objectifs d'enseignement du circuit électrique simple et de son fonctionnement en classe de quatrième

La première partie de ce chapitre concerne l'intensité du courant pour laquelle il est fait mention du « circuit électrique », du « courant électrique » des « conducteurs et isolants » et met en jeu les matériels didactiques pour allumer une ampoule électrique et distinguer expérimentalement, les matériaux qui laissent passer le courant de ceux qui ne le laissent pas passer.

La deuxième partie concerne le fonctionnement d'un circuit électrique, propose de réaliser le montage d'un circuit électrique nécessitant plusieurs piles en série pour l'alimentation normale d'une lampe ou d'un appareil. Il est également question de faire un montage en série et un montage en dérivation afin de faire fonctionner un circuit électrique avec plusieurs lampes. L'objectif qui transparaît dans les questions posées concernant la partie fonctionnement du circuit est, à l'aide d'éléments métalliques, former une chaîne continue, dire alors que le circuit est fermé (la lampe est allumée). Le circuit est ouvert quand la chaîne est interrompue (la lampe est éteinte).

### ***7.1.2 Présentation de l'intensité du courant électrique et sa mesure en classe de troisième***

En classe de troisième, l'intensité du courant électrique et sa mesure s'inscrivent dans la continuité du programme enseigné en classe de quatrième de l'enseignement secondaire en Centrafrique. Ainsi, le programme est détaillé selon deux objectifs généraux et huit objectifs spécifiques (Annexe 14)

<b>Objectifs généraux</b>	<b>Objectifs spécifiques</b>
Intensité d'un courant	<p>Définir l'intensité du courant électrique</p> <p>Connaitre le sens conventionnel du courant et de le schématiser ;</p> <p>brancher un ampèremètre dans un circuit ;</p> <p>mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit ;</p> <p>donner le résultat de sa mesure avec l'unité ;</p> <p>montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série.</p>
Mesures sur des circuits	<p>savoir distinguer intensité et tension ;</p> <p>savoir que dans le cas du circuit série, il y a unicité de l'intensité et additivité des tensions ;</p> <p>savoir que dans le cas d'un circuit comportant</p>

	des dérivations, il y a additivité des intensités et égalité des tensions.
--	--

**Tableau 9** : extrait et récapitulatif des objectifs d'enseignement de l'intensité du courant et sa mesure en classe de troisième (MENRST, 1993, pp. 19-34)

Le chapitre concernant l'intensité du courant électrique et sa mesure se situe dans la première partie de l'électricité du programme de science physique en classe de troisième, qui est repartie en deux sous-parties.

La première sous-partie du chapitre concerne la notion de l'intensité du courant susceptible de rendre compte de la circulation du courant électrique. Il s'agit de comprendre que les courants électriques peuvent être plus ou moins intenses s'il faut le voir expérimentalement au quotidien en observant des effets plus ou moins importants. De même qu'un courant d'eau est caractérisé par son débit, quantité qui traverse une section donnée par unité de temps, la quantité d'électricité qui traverse par seconde une section du conducteur caractérise l'intensité du courant électrique. Supposant connue l'unité de quantité d'électricité (le coulomb noté C et défini en classe de quatrième, à partir de la charge de l'électron), il faut en déduire l'unité d'intensité du courant, l'ampère (A) qui est l'intensité correspondant au passage d'un coulomb par seconde. Cette intensité est mesurée par un ampèremètre qui est un appareil sensible à un des effets (généralement l'effet magnétique) du courant électrique. L'ampèremètre doit être intercalé dans le circuit ; il faut en respecter les polarités ; il faut utiliser le calibre convenable en commençant par le plus fort : toutes ces recommandations seront basées sur de nombreuses expériences et observations d'ampèremètre et de mesure d'intensités dans différentes conditions. L'intensité du courant électrique est présentée comme « le rapport de la charge électrique  $q$  par la durée  $t$  ». Le programme cite des exemples du courant ainsi que pouvant être étudiés comme le courant continu, à l'aide d'un ampèremètre, pour mettre en évidence le sens du courant électrique en s'appuyant sur les montages (en parallèle ou en série).

La deuxième sous-partie du chapitre porte sur la mesure de l'intensité du courant électrique et propose de réaliser des mesures en courant continu. A l'aide d'un ampèremètre analogique (à aiguilles) branché en série avec un dipôle, il s'agit de mesurer l'intensité du courant électrique. Cependant, l'intensité du courant est la même dans tous appareils branchés en série tandis que dans un montage en parallèle, l'intensité du courant principal est la somme des intensités des courants dans les appareils.

### ***7.1.3 Les capacités à évaluer concernant l'intensité du courant et sa mesure en classe de troisième***

L'évaluation (MENRST, 1993) donne une indication sur la manière de permettre à l'enseignant de construire le savoir à propos de l'intensité du courant électrique et sa mesure. Nous proposons de distinguer deux catégories :

- ***Connaissances spécifiques***

Dans ces connaissances, nous avons les connaissances scientifiques qui font référence au vocabulaire, aux symboles, aux unités, aux ordres de grandeur électriques, aux définitions, aux lois et aux modèles. Ces connaissances permettent d'utiliser les outils mathématiques (les formules, les conversions, etc.) et bien d'autres outils tels que les dessins, les schémas, etc. Nous ajoutons pratiquer une démarche scientifique, dans une situation connue, ou dans une situation inconnue, dans le domaine théorique ou dans le domaine expérimental, notamment : observer et analyser un fait expérimental ; choisir ou élaborer un modèle électrique, ou préciser les limites de validité de ce modèle ; organiser les étapes de résolution en organisant les connaissances en savoir-faire appris et porter un jugement critique sur le résultat, une série de mesure, l'utilisation d'un appareil. Autrement dit, il s'agit de connaissances fonctionnelles du matériel, de connaissances de méthodes d'expérimentation et de mesures, de maîtrise gestuelle, du respect des consignes, en particulier de sécurité.

- ***Connaissances et savoir-faire non spécifiques***

Ces connaissances permettent d'utiliser la langue française et non le « Sango »<sup>61</sup> pour faciliter la compréhension d'un phénomène, d'une loi fondamentale, etc. Il y a également des connaissances de savoir-faire dans le domaine théorique (utilisation de méthode, par exemple la gestion de la classe à effectif pléthorique).

## **7.2 Analyse didactique des objectifs et compétences mobilisées**

Nous effectuons une analyse didactique du savoir mis en jeu (intensité du courant électrique et sa mesure) dans le contexte centrafricain, pour répertorier les différentes tâches figurant dans les prescriptions officielles, avant de passer un peu plus tard à une analyse globale permettant de donner une vue d'ensemble sur les scénarios possibles des quatre enseignants que nous avons observés. Il ne s'agit pas d'une analyse sous forme d'une « représentation condensée d'une forme pour stockage et consultation » (Bardin, 1996, p. 51) qui essaye de présenter les objectifs d'une analyse documentaire. Mais il s'agit plutôt ici d'analyser le contenu du savoir pour mettre à jour les indicateurs permettant de renseigner la prise en

---

<sup>61</sup> Langue nationale, utilisée sur toute l'étendue du territoire centrafricain. Son utilisation n'est pas officiellement autorisée dans l'enseignement.

compte expérimentale dans la pratique enseignante. Les indicateurs retenus au cours de cette analyse sont les suivants : les objectifs et les compétences mobilisées.

Le programme (tableau 9) prévoit une liste de contenus en termes d'objectifs généraux et spécifiques sans que le moindre commentaire ou instruction ne l'accompagne. Pourtant il s'agit de contenus qui s'accompagnent d'objectifs pédagogiques (Isambert-Jamati, 1990). Autrement dit, les commentaires de contenus d'un programme d'enseignement permettent d'orienter les enseignants dans la procédure de réalisation de l'objectif fixé par celui-ci. Malheureusement, le programme centrafricain ne présente pas cet aspect. La tâche prescrite aux enseignants est donc très peu détaillée et laisse beaucoup d'initiatives aux enseignants pour se représenter cette tâche et la redéfinir (Leplat, 1997). Néanmoins, à partir des objectifs généraux et spécifiques prescrits officiellement et reproduits dans le tableau 9, nous pourrions voir figurer dans le programme les commentaires suivants :

- ***Intensité du courant électrique***

Avant d'aborder la définition de l'intensité du courant électrique, une manipulation, dans un premier temps, pourrait permettre de faire quelques rappels de la classe de quatrième sous-forme d'une évaluation (prérequis et pré-acquis). Nous souhaiterions voir un montage électrique permettant à une lampe de s'allumer, en mettant les deux bornes de la lampe en contact avec les deux bornes de la pile. Ainsi le circuit électrique est constitué ; celui-ci est fermé, la lampe s'allume et si la chaîne de conducteurs est interrompue, la lampe ne s'allume pas. Les travaux de Closset (1983, p. 56) nous précisent que « les élèves utilisent le plus souvent pour s'exprimer le terme de « courant » mais il apparaît que ce courant n'a pas pour eux les mêmes propriétés que l'intensité de courant du physicien ». Nous pensons qu'il serait mieux de demander à l'enseignant de « montrer qu'en changeant de circuit, les lois sur les courants demeurent. Nous partageons avec Canal (1996) l'idée que « montrer n'est pas construire », ce que signifiait Bachelard (1986, cité par Canal, 1996), lorsqu'il écrivait « l'intérêt de construire dépasse de beaucoup la curiosité de constater ».

Ce chapitre pourrait être également l'occasion du rappel de vocabulaire : générateur, récepteur, conducteur et isolant. Le circuit forme une seule boucle signifie que les appareils sont branchés en série. Le courant électrique a un sens. Conventionnellement, il circule à l'extérieur du générateur de la borne positive (+) vers la borne (-). Nous souhaiterions voir une instruction demandant à l'enseignant de définir cette idée de « convention ». Le sens du courant sera indiqué sans faire référence aux deux types de porteurs de charge. Nous avons constaté que la formule de l'intensité n'est pas écrite sous la forme  $I = q/\Delta t$  mais plutôt sous la forme  $i = q/t$ . Cela peut entraîner des difficultés chez les élèves qui risquent de confondre le temps et l'intervalle de temps. Ensuite, nous nous attendons à voir un commentaire permettant

de schématiser le montage au tableau noir : une occasion de rappeler les symboles utilisés et le sens conventionnel du courant serait ainsi schématisée par une flèche placée sur le circuit.

Après le montage, les élèves remarqueraient que les lampes brillent moins. Le commentaire devrait inciter l'enseignant à donner des explications aux élèves selon lesquelles le courant électrique qui traverse la lampe du premier montage produit un effet plus important : le courant est plus intense ; son intensité est plus grande. L'enseignement devrait être fondé sur des observations qualitatives jugées paradoxales, comme le suggère Canal (1996), « le courant se divise en deux et pourtant la lampe brille pareil... paradoxe et interrogation... », pour mettre l'élève en recherche d'explication : pourquoi ?

L'enseignement décrit dans le programme semble réduit à un formalisme excessif où des expressions vides de sens maintiennent une incompréhension des phénomènes et conduisent l'élève à conserver ses représentations. En effet, l'intensité du courant est notée  $I$  et s'exprime en ampère (symbole  $A$ ). Cependant, le commentaire devrait préciser que l'enseignant peut demander aux élèves qui était « Ampère » ou bien leur propose une recherche à ce sujet.

- ***Mesure de l'intensité du courant électrique***

En ce qui concerne la mesure de l'intensité du courant électrique, nous souhaiterions des commentaires qui précisent et orientent les activités de l'enseignant : après avoir défini l'intensité du courant, la notion de mesure de cette intensité devrait être introduite. L'intensité du courant électrique qui traverse un circuit est mesurable et mesurée à l'aide d'un ampèremètre. « La mesure d'une grandeur inconnue permet de la conceptualiser » (Canal, 1996). Or, nous pensons que « l'acte de mesure ne suffit pas à donner du sens à la grandeur mesurée, n'aide pas à la construction du concept » (Missonnier, 1996). Aussi serions-nous conduits à repenser la part que peuvent prendre les activités expérimentales dans la construction des connaissances. Dans le programme centrafricain, ces activités semblent cantonnées à la mesure et la mise en application de lois, ce qui en réduit l'intérêt, d'autant que l'élève peut les mener à bien et n'avoir rien appris ou que « les élèves peuvent accéder aux concepts uniquement par un traitement des expressions symboliques » (Lemeignan & Weil-Barais, 1993, p. 62). Cette manière de faire renvoie au constat de Bergé (1997) : « on considère que l'on ne peut enseigner que ce que l'on peut habiller d'un formalisme mathématiques ». Ensuite, le commentaire devrait préciser que dans cette leçon, on travaille avec le courant continu (=) et si possible donner un exemple de ce dernier afin d'attirer l'attention des élèves. Ce qui signifie que le commutateur sera placé sur le symbole (=) du courant continu s'il s'agit de procéder à l'activité expérimentale. Quelle échelle choisir ? Cela dépend du calibre utilisé. Le commentaire devrait préciser que le calibre est la valeur maximale de l'intensité du courant qui peut traverser l'appareil, et que pour cette valeur,

l'aiguille est l'extrémité de la graduation : par exemple, sur le calibre 3A, quand un courant de 3A traversera l'appareil, l'aiguille sera sur la graduation la plus grande (c'est-à-dire, en bout d'échelle). Le commentaire devrait proposer à l'enseignant de préciser qu'un ampèremètre traversé par un courant d'intensité supérieure au calibre peut être détérioré. Il devrait aussi indiquer qu'on branche alors toujours l'appareil en positionnant le sélecteur sur le calibre le plus grand.

Lorsqu'on parle de courant continu dans cette leçon, le commentaire devrait préciser qu'en courant continu, le courant doit rentrer dans l'ampèremètre par sa borne (+) souvent de couleur rouge. Il faudrait insister sur le risque d'erreur dans le sens de branchement qui peut détériorer l'appareil. Le commentaire devrait préciser que l'ampèremètre indique l'intensité du courant qui le traverse. En conséquence, il faut l'intercaler dans le circuit : un ampèremètre se monte en série avec les autres appareils.

### **7.3 Analyse didactique des tâches prescrites aux élèves en classe de troisième**

Dans ce paragraphe, nous identifions les tâches prescrites par le programme officiel et nous les analysons en envisageant les activités potentielles des élèves.

#### ***7.3.1 Identification des tâches prescrites et activités potentielles des élèves***

Dans ce paragraphe, nous cherchons à identifier les tâches prescrites dans le programme officiel concernant l'intensité du courant électrique et sa mesure. Nous proposons le découpage en phases suivantes en lien avec le contenu du programme officiel :

- Introduction de la séance sous forme de prérequis (préparation de la leçon) ;
- Définition de l'intensité du courant électrique ;
- Réalisation des expériences de cours : montage du circuit électrique et mesure de l'intensité du courant électrique.

D'après les conceptions courantes, la tâche indique ce qui est à faire, l'activité, ce qui se fait. La notion de tâche véhicule avec elle l'idée de prescription, sinon d'obligation. La notion d'activité renvoie, elle, à ce qui est mis en jeu par le sujet pour exécuter ces prescriptions, pour remplir ces obligations. Nous définissons la tâche avec Léontiev (1984), comme un but donné à atteindre dans des conditions déterminées.

A partir du programme officiel, le tableau suivant nous permet de renseigner les tâches prescrites et activités potentielles des élèves pendant la réalisation des expériences de cours (schéma du circuit électrique, manipulation/montage du circuit électrique et à l'aide d'un ampèremètre, mesurer cette intensité).

<b>Les tâches prescrites</b>	<b>Les activités potentielles des élèves</b>
------------------------------	--

<p><b>T<sub>1</sub></b>: schématisation du circuit électrique fermé et montage électrique (manipulations)</p>	<p>Connaître le sens conventionnel du courant ;</p> <p>Schématiser le montage ;</p> <p>Brancher une lampe aux bornes de la pile ;</p> <p>Brancher un ampèremètre dans un circuit ;</p> <p>Ouvrir et fermer l'interrupteur ;</p>
<p><b>T<sub>2</sub></b>: mesures sur des circuits électriques</p>	<p>Distinguer intensité et tension ;</p> <p>Mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit électrique ;</p> <p>Donner le résultat de sa mesure avec l'unité ;</p> <p>Montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant électrique dans un circuit série.</p>

**Tableau 10** : tâches prescrites et activités potentielles des élèves pendant la phase expérimentale

### ***7.3.2 Analyse des tâches prescrites et activités potentielles des élèves***

En se plaçant dans la logique de l'introduction de la séance sous forme de rappel de connaissances antérieures des élèves, nous nous attendons à une exploitation de ces connaissances dans la(s) phase(s) de la séance sous forme d'un jeu de question-réponses. Chez l'élève, une connaissance ne réfère pas seulement à un processus mental en tant qu'il se manifeste dans son action, dans son comportement, dans l'expression de sa pensée, c'est-à-dire en tant qu'il est éprouvé dans son activité manipulative. Mais elle réfère aussi à ce qu'il n'exprime pas, à ce qu'il ne montre pas et qui détermine fortement sa compréhension, ses compétences, ses conceptions et leur champ d'exercice.

Quant à la réalisation des expériences de cours, nous avons identifié deux tâches T<sub>1</sub> (schématisation du circuit électrique fermé et montage électrique) et T<sub>2</sub> (mesures sur des circuits électriques). Pour les activités potentielles liées à la réalisation des tâches T<sub>1</sub> par les élèves, nous attendons des élèves un rappel de certains vocabulaires pertinents (générateur, récepteur, conducteur, isolant, etc.) et qu'ils connaissent le sens conventionnel du courant et de le schématiser. Dans cette activité, il est surprenant de constater que la prescription officielle considère le branchement d'un ampèremètre comme une activité potentielle des élèves liée à la construction d'un circuit électrique. Nous attendons plutôt cette activité de branchement dans la réalisation de la tâche T<sub>2</sub>. Pour les activités potentielles liées à la tâche T<sub>2</sub>, nous attendons des élèves qu'ils branchent un ampèremètre dans le circuit qui est déjà monté, qu'ils réalisent des mesures de l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit,

qu'ils donnent le résultat de cette mesure avec l'unité et qu'ils montrent expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série.

Dans les deux cas des tâches, nous pouvons nous attendre à des phases de manipulation en autonomie (par chaque élève) pour répondre aux questions posées, et probablement à des phases collectives (par sous – groupe ou table – blancs) de réponses avec l'aide des enseignants adaptée au degré de complexité de la question. Roditi (2003) souligne que les connaissances sont les éléments premiers de l'action et de la pensée, ou plus généralement de l'expérience<sup>62</sup>. Pour prendre toute sa valeur et devenir édifiant, ce dont l'élève fait l'expérience doit s'inscrire dans un continuum de relations et de représentations. Cette expérience est, au sens strict, individuelle et doit être confrontée à celles des autres. C'est à travers la discussion et la confrontation de sa pensée à celle des autres que l'élève peut, pour une grande part, mettre à l'épreuve et au travail ses connaissances. C'est pourquoi, lorsqu'il s'agit des réponses aux questions, nous attendons que les élèves soient capables de définir un dipôle (les bornes d'une ampoule d'une pile), connaître les mots générateur, récepteurs, interrupteur, ... et posent des questions à l'enseignant. Une fois discutées, complétées et peut-être même rectifiées, ces connaissances deviennent celles qu'un groupe d'élèves (ou toute la classe) ont en commun, à des degrés divers. L'importance de l'expérience individuelle et celle de l'expérience collective dans l'apprentissage de l'élève justifie particulièrement l'intérêt, dans l'activité expérimentale de l'élève, d'alterner des phases de travail autonome et des phases de travail collectif.

Lorsqu'il s'agit de la transition avec la tâche suivante, nous attendons les questions posées aux élèves, des exemples pertinents, des illustrations,... Les différentes tâches repérées font l'objet par la suite d'une analyse *a priori* et des activités potentielles des élèves.

### ***7.3.3 Analyse didactique en termes de pratique enseignante***

Dans le tableau 10, nous présentons le découpage de la phase d'activité expérimentale en termes de tâches prévues et d'activités potentielles des élèves en lien avec les prescriptions officielles. Dans l'analyse *a priori* des tâches prévues, nous précisons s'il s'agit de tâches simples, qui nécessitent les connaissances usuelles et l'utilisation des matériels didactiques dans les montages et mesures électriques ou de tâches complexes, qui font appel aux connaissances antérieures en lien avec le manque de matériels didactiques pour la réalisation des montages et des mesures dans une classe à effectif pléthorique. Nous considérons que chaque fois qu'une tâche nécessite des accommodations dans son exécution, cette dernière est considérée comme tâche complexe. Dans ces types de tâches, les élèves se trouvent dans une

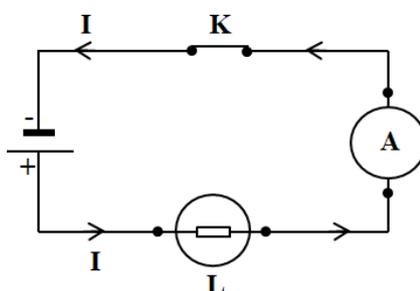
---

<sup>62</sup> Il faut l'entendre au sens large qui inclut les savoir-faire et les savoirs pratiques et intellectuels rencontrés dans des situations vécues.

situation qui nécessite la mobilisation de certaines connaissances en lien avec des représentations sémiotiques (telles que les images, des figures, des dessins, ... qui se trouvent dans les documents utilisés par l'enseignant) qui ne figurent pas dans les prescriptions officielles.

Selon le type de tâche, l'enseignant peut donc être amené à faire des « adaptations » (Robert, 2008) des prescriptions officielles. Nous décrivons ci-dessous trois types d'adaptations possibles, notées respectivement A1, A2 et A3, dans l'ensemble des scénarios possibles.

**A1** : avant d'aborder la définition de l'intensité du courant électrique, l'enseignant pose un certain nombre de questions aux élèves pour contrôler leurs connaissances sur certains matériels didactiques. Ensuite, ensemble avec les élèves, l'enseignant propose un montage électrique à l'aide de ces matériels disponibles. L'élève doit donc exploiter des connaissances faisant partie de la formation d'un circuit électrique (contact des deux bornes de la lampe avec les deux bornes de la pile, interrupteur (K) fermé, la lampe s'allume ; si interrupteur (K) ouvert, le courant ne passe pas, la lampe ne s'allume pas, ...) pour faire allumer la lampe.



**Schéma 8** : schéma d'un circuit électrique simple pour faire allumer une lampe

L'intensité du courant électrique qui traverse un circuit est mesurée avec un ampèremètre analogique. De ce fait, l'enseignant présente un ampèremètre aux élèves et leur fait observer à tour de rôle. L'enseignant attire l'attention des élèves sur la lettre A située sur le cadran. Cette tâche permet aux élèves de comprendre qu'il s'agit bien d'un ampèremètre. Ensuite, l'enseignant fait observer aux élèves les différentes échelles de mesure (les graduations) situées sur l'ampèremètre. Enfin, il propose de réaliser une mesure ensemble avec les élèves en courant continu (par exemple : piles, batterie, ...).

**A2** : un savoir-faire demandé aux élèves. Par exemple, lorsque l'enseignant invite un élève devant le tableau afin d'effectuer une expérience simple (allumer une ampoule), il doit effectuer certaines adaptations des connaissances procédurales en introduisant d'autres connaissances qui se rattachent aux choix des matériels adéquats, à côté du schéma du circuit électrique permettant de réaliser l'expérience simple.

**A3** : l'utilisation de pré-acquis pour évaluer ce que les élèves ont réellement comme connaissances établies dans les étapes précédentes. Les élèves peuvent exploiter les résultats

trouvés dans la partie expérimentale. Par exemple, l'enseignant invite les élèves à tirer une conclusion à partir de l'exploitation et de l'interprétation des résultats des mesures. Nous considérons que cette tâche, qui nécessite l'exploitation des résultats expérimentaux est complexe. L'élève a donc besoin d'une adaptation du type A3 pour mener cette tâche.

### **7.3.4 Analyse didactique en lien avec l'idée des deux mondes**

Dans ce paragraphe, nous proposons d'analyser les scénarios possibles en lien avec l'idée des deux mondes dans l'apprentissage de l'intensité du courant électrique et de sa mesure, en nous inspirant des travaux de Delgado (2019) et de Bécu-Robinault (2015).

#### **a. Le monde des objets et des phénomènes (champ empirique)**

La situation d'étude porte sur deux objets d'apprentissage : intensité du courant électrique et sa mesure. Dans ce contexte, ce qui relève du monde des objets et des phénomènes est l'activité expérimentale proposée aux élèves afin qu'ils rendent compte de la définition de ces concepts. Il s'agit d'observer lors du déroulement des scénarios d'enseignement si les élèves vont (ou ne vont pas) manipuler des objets matériels.

#### **b. Le monde des théories (concepts) et des modèles et leurs niveaux de modélisations**

L'intensité du courant électrique est considérée comme une quantité du courant qui traverse une section d'un conducteur par unité de temps. Prenant en compte cette définition, on remarque que le monde des théories et des modèles comporte les notions suivantes : circuit électrique, éléments métalliques, quantité du courant et le temps. Ce monde comporte l'explication et les différentes manières de décrire et de représenter l'intensité du courant électrique.

- *Niveau de la théorie/concepts*

Au regard d'une étude sur la nature du courant électrique, la conduction du courant électrique dans les métaux s'interprète par un déplacement d'électrons. Ce déplacement est effectif lorsque le circuit est fermé. Autrement dit, l'intensité caractérise les effets du courant.

- *Niveau du modèle*

Prenant en compte la définition du modèle et la définition de l'intensité du courant électrique présentée plus haut, nous pouvons affirmer que le modèle associé à cette définition peut être donné par la relation de la forme  $I = q/\Delta t$  qui reprend la notion d'intervalle de temps et non celle de « date »  $t$  telle que proposée par les enseignants dans leurs fiches de préparation, par la relation :

$$I = \frac{\text{quantité d'électricité}}{\text{temps}} = \frac{Q}{t}, \text{ (exprimée en ampère (A))}$$

Q = en coulomb (C) et t = en seconde (s)

Il s'agit d'une difficulté que nous avons évoquée plus haut et que l'on retrouve très souvent dans l'apprentissage de la physique : la confusion entre le concept de date (un instant précis à une date t) et le concept de durée (intervalle entre deux dates t). Et les notations utilisées par les programmes, les manuels et les enseignants ne facilitent pas du tout la tâche des élèves.

On retrouve cette même difficulté dans l'apprentissage de la mécanique où les élèves ont du mal à distinguer l'importance de repérer l'instant initial et l'instant final du mouvement pour utiliser les lois de la cinématique ou de la dynamique.

Dans la mesure où on s'intéresse à l'interprétation des phénomènes électriques, nous allons repérer la méthode mise en œuvre par les élèves lors de sa construction en portant notre attention sur la grandeur électrique et son unité. Ces observations relèvent de relations internes dans le monde des théories et des modèles. D'ailleurs, étant donné l'importance donnée par la théorie des deux mondes au vocabulaire scientifique utilisé par les élèves, nous chercherons à identifier les termes employés pendant la définition de l'intensité du courant électrique et sa mesure.

Le tableau suivant (tableau 11) résume la catégorisation des connaissances et les niveaux de modélisation pour l'étude de l'intensité du courant électrique.

<b>Mondes</b>	<b>Niveau de modélisation</b>	<b>Composants pour l'intensité du courant électrique</b>
<b>Le monde des objets et des phénomènes</b>	Niveau des objets	Proposer aux élèves des activités expérimentales : faire allumer une ampoule électrique avec une pile
	Niveau des phénomènes (mesure)	Description du phénomène électrique dans un langage naturel sans mettre en jeu définitions ou concepts de l'intensité du courant électrique.  Manipulation : tester la conductivité du corps humain, de l'eau, etc. Un montage électrique pourra être réalisé.
<b>Le monde des théories et des modèles</b>	Niveau de la théorie ou concept	Tous les métaux conduisent le courant électrique  Tous les solides ne conduisent pas le courant électrique  Le courant électrique est dû à un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant dans un métal.

	Niveau du modèle	Les élèves doivent passer d'un monde à l'autre. Manipulation : réaliser un schéma électrique d'un montage.
--	------------------	---

**Tableau 11** : catégorisation des connaissances en lien avec l'idée des deux mondes

Nous avons procédé à une présentation du programme centrafricain d'enseignement de l'intensité du courant électrique et sa mesure en classe de troisième. Nous avons ensuite, présenté une analyse didactique du savoir mis en jeu dans cette recherche et nous avons *a priori* analysé les différentes tâches figurant dans le programme : les tâches des élèves, les tâches des enseignants sous forme des adaptations possibles et les tâches en lien avec l'idée des deux mondes. Dans le paragraphe suivant, nous présentons une analyse globale des fiches de préparation des quatre enseignants permettant de donner une vue globale sur leurs scénarios possibles.

#### **7.4 Analyse globale des scénarios possibles des quatre enseignants**

Dans cette partie, nous effectuons une analyse globale (Chesnais, 2009) des fiches de préparation des quatre enseignants pour répertorier les contenus abordés, les objectifs attendus et les tâches prévues, pointer les difficultés possibles et inférer une organisation possibles en classe. Cette analyse tient compte des instructions officielles en termes de tâches prescrites et activités attendues des élèves et de la théorie des deux mondes.

Nous rappelons ici, que dans les fiches de préparation des enseignant P1, P2, P3 et P4, nous avons des difficultés à repérer les tâches prescrites aux élèves et les activités attendues des élèves puisque celles-ci sont rarement explicites (Annexes 1, 2, 3 et 4). Quelques-unes ont retenu notre attention et sont exprimées en termes des verbes d'action qui orientent l'activité des élèves (débrancher, convertir, calculer, brancher, mesurer, ...). Il nous semble que ce choix ne montre pas d'intention, de la part de ces quatre enseignants, de partir des activités attendues des élèves pour la construction de la notion de l'intensité du courant électrique suivant les objectifs visés.

##### ***7.4.1 Analyse didactique des tâches prévues par les enseignants à partir de leur fiche de préparation***

###### **a. Fiche de préparation de l'enseignante P1**

Dans ce paragraphe, nous allons analyser *a priori* l'organisation scientifique de la fiche de cours qui semble être la véritable feuille de route de la séance de l'enseignante P1. La fiche de préparation (annexe 1) de la séance ordinaire portant sur la « notion d'intensité et sa mesure » est constituée de trois pages.

Cette fiche s'intitule « notion d'intensité et sa mesure » et elle est sous-titrée « intensité du courant électrique et mesure électrique en continu ». La fiche de préparation est celle qui lui permettra de réaliser les activités expérimentales dont la finalité est *a priori* la construction du savoir en jeu quelques soient les contraintes auxquelles elle fait face. Nous avons donc une organisation relative aux tâches proposées aux élèves compte tenu de la situation de travail.

• **Description de la fiche de préparation**

La fiche de préparation débute par l'intitulée « prérequis » qui répond aux tâches : « contrôler les connaissances antérieures des élèves ». Sur la figure 14 ci-dessous nous avons repéré un contrôle de connaissances sous forme de l'évaluation des élèves sur des notions antérieures.

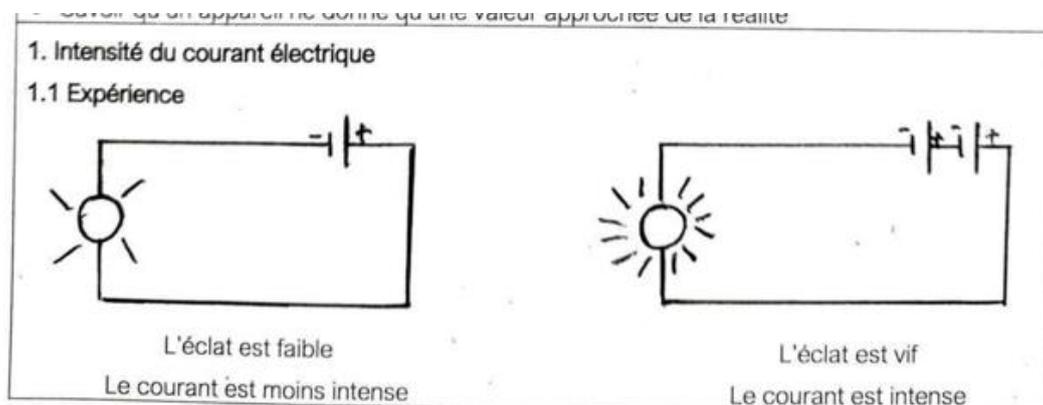
<p><b>Objectifs de la séquence :</b> s'assurer que les élèves ont bien acquis les compétences attendues en classe de 4<sup>ème</sup> en électricité et qu'à la fin de de la leçon, les élèves devront être capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître le sens conventionnel du courant et de le schématiser</li> <li>• Brancher un ampèremètre dans un circuit</li> <li>• Mesurer avec ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit</li> <li>• Donner le résultat de sa mesure avec l'unité</li> <li>• Montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série</li> </ul>
<p><b>Prérequis :</b> compétences travaillées et disciplinaire en classe de 4<sup>ème</sup></p> <p><b>Connaissances et savoir-faire prévus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir que si dans un récepteur, les effets du courant sont plus grands, alors l'intensité du courant qui le traverse est plus grande</li> <li>• Savoir que l'intensité est notée I</li> <li>• Connaître l'unité d'intensité : l'ampère (A)</li> <li>• Savoir convertir les unités : A, mA, kA</li> <li>• Connaître l'appareil de mesure de l'intensité du courant (ampèremètre) et son symbole</li> <li>• Placer correctement un ampèremètre dans un circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle donné</li> <li>• Utiliser l'ampèremètre : connaître le sens de branchement et savoir brancher l'ampèremètre, choisir le calibre, donner le résultat de la mesure avec l'unité</li> <li>• Savoir qu'un appareil ne donne qu'une valeur approchée de la réalité</li> </ul>

<p><b>1.2 Définition</b></p> <p>La quantité du courant qui traverse une section d'un conducteur par un temps donné s'appelle intensité du courant.</p> $I = \frac{Q}{t}$ <p>Q = quantité du courant, t = temps</p> <p>I est exprimé en Coulomb (C) et t en seconde (s)</p> <p>L'intensité du courant électrique est une grandeur physique dont le symbole usuel est la lettre I. L'intensité caractérise les effets du courant.</p> <p><b>Remarques :</b> plus le courant est important, plus l'intensité est grande. L'intensité du courant est analogue au débit d'un cours d'eau.</p> <p><b>1.3 Unité</b></p> <p>L'unité légale d'intensité du courant électrique est l'ampère. Le symbole est lettre A.</p> <p>Les sous-multiples les plus utilisés sont :</p> <p>Le milliampère : 1mA = 10<sup>-3</sup>A</p> <p>Le microampère : 1µA = 10<sup>-6</sup>A</p> <p>Le nano ampère : 1nA = 10<sup>-9</sup>A</p>
---

**Figure 14** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase prérequis)

Dans la première partie du chapitre, l'enseignante P1 a prévu une « expérience » de type cours. Cette partie réservée à l'étude expérimentale comporte deux schémas d'expériences que les élèves sont invités à réaliser à l'aide des matériels didactiques. Par la suite, P1 a prévu de définir ce qu'est l'intensité du courant. Elle a prévu une activité permettant aux élèves de comprendre que le concept d'intensité du courant est une grandeur physique mais aucune tâche n'a été prévue pour comprendre que le monde du phénomène n'est rien d'autre que les effets du courant.

L'étude expérimentale est suivie d'une interprétation dans laquelle il est demandé aux élèves de faire la différence entre le courant moins intense (l'éclat de la lampe est faible) et le courant intense (l'éclat est vif). Cette partie de la fiche conduit les élèves à énoncer la loi de l'intensité du courant qui n'est rien d'autre qu'une grandeur physique, définie comme une quantité du courant qui traverse une section d'un conducteur par unité de temps.

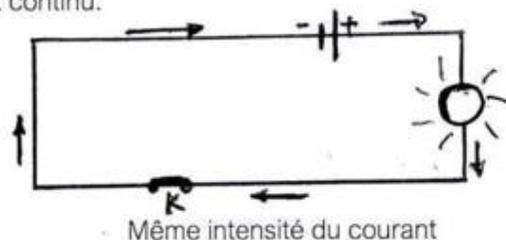


**Figure 15** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 1)

Une autre partie de la fiche de préparation est réservée à une étude expérimentale liée au courant continu, dans laquelle l'enseignant n'a pas prévu d'activités expérimentales pour les élèves qui consistent à réaliser, dans une première étape, un circuit série, à partir de son schéma (Figure 15). Ces activités devraient permettre aux élèves de comprendre la différence entre circuit et circulation et de tirer une conclusion.

## 1.4 Courant continu

Un courant continu qui circule dans le même sens et dont l'intensité est constante au cours du temps s'appelle courant continu.



## 1.5 Sécurité

Les humains peuvent supporter une intensité de 10mA pendant 10s. Au-delà, il y a d'électrocution.

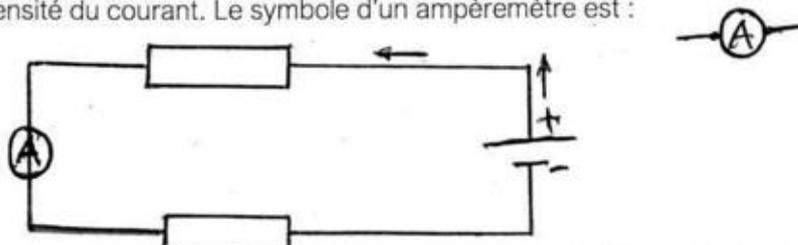
Figure 16 : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 2)

Dans la deuxième partie de la fiche, l'enseignante P1 a prévu de réaliser ensemble avec les élèves une nouvelle situation, celle de mesurer, à l'aide d'un ampèremètre, l'intensité du courant électrique aux bornes des dipôles constituant le circuit et de tirer une conclusion (figure 17).

## 2. Mesure électrique en continu

### 2.1 Appareil de mesure

On mesure l'intensité du courant électrique avec un ampèremètre qui se branche en série en respectant les polarités dans un circuit électrique. La position de l'ampèremètre ne modifie pas la nature de l'intensité du courant. Le symbole d'un ampèremètre est :



NB : On peut utiliser un multimètre réglé en ampèremètre.

#### Sécurité :

Avant de faire une opération, il faut débrancher les générateurs ou s'assurer que le circuit n'est pas sous tension.

Remarques : Quel que soit sa place dans un circuit, un ampèremètre donne toujours la même indication. La borne + de l'ampèremètre doit être reliée à la borne + du générateur pour que l'aiguille dévie correctement.

Figure 17 : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 3)

Une autre sous-partie de la fiche de préparation précise les différents types d'ampèremètre. L'enseignante a prévu de distinguer deux types d'ampèremètre permettant de mesurer l'intensité du courant (figure 18). Nous constatons que l'enseignante n'a pas prévu de tâches pour les élèves dans lesquelles il leur est demandé de faire la lecture d'un ampèremètre. Cette

partie de la fiche débouche sur une généralisation dans laquelle les élèves sont invités à énoncer la relation entre calibre, petit cadran et grand cadran.



Figure 18 : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 3)

La dernière partie de la fiche de préparation est réservée à un exercice d'application directe de la définition de l'intensité du courant électrique. Mais l'enseignante P1 n'a pas prévu de tâches permettant aux élèves de réaliser des mesures en fonction des données de l'énoncé.

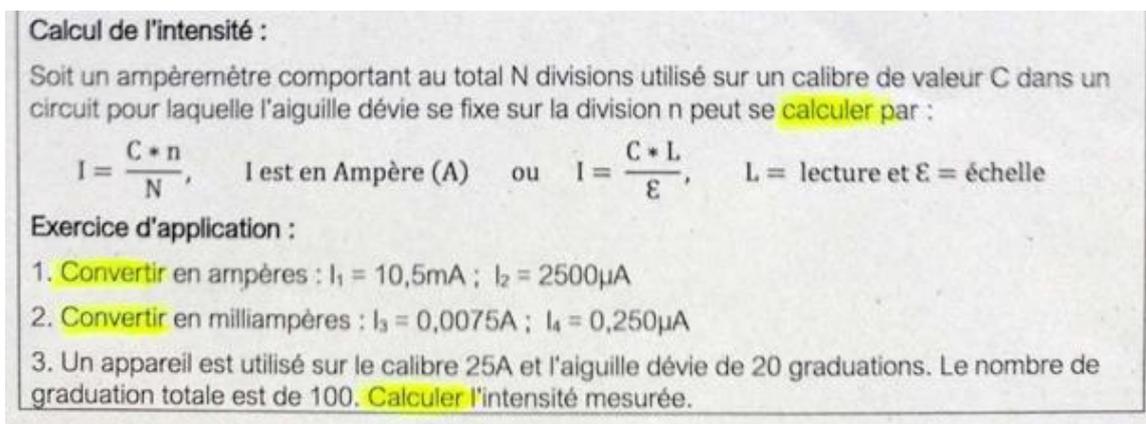


Figure 19 : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase de mobilisation)

A partir de la description de fiche de préparation, nous proposons le tableau 12 qui renseigne les tâches prescrites aux élèves et les activités attendues des élèves.

Les tâches prescrites aux élèves	Les activités attendues des élèves
T <sub>11</sub> : évaluer les connaissances antérieures des élèves	savoir que l'intensité du courant est noté I Connaître l'unité d'intensité : l'ampère (A) et savoir convertir cette unité

	<p>Connaitre l'appareil permettant de mesurer l'intensité du courant ainsi que son symbole</p> <p>Placer correctement un ampèremètre dans un circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle</p> <p>donner la définition d'un dipôle</p>
<b>T<sub>12</sub></b> : montage d'un circuit électrique pour définir l'intensité du courant	<p>montage d'un circuit série (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves</p> <p>montage d'un circuit en dérivation (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves</p> <p>vérifier des branchements ensemble avec l'enseignant</p>
<b>T<sub>13</sub></b> : mesures sur des circuits électriques	<p>Distinguer intensité et tension</p> <p>Mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit électrique</p> <p>Donner le résultat de sa mesure avec l'unité</p> <p>Montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant électrique dans un circuit série</p>

**Tableau 12** : répartition de la fiche de préparation de P1 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves

• **Analyses des tâches prescrites aux élèves**

L'analyse de la fiche de préparation de l'enseignante P1 s'appuie sur les critères proposés par Fréchengues & Dusseau (1996) que nous avons déjà présenté : « la fréquence d'utilisation de certains termes dans les programmes officiels, les verbes d'actions employés (mesurer, vérifier, utiliser, brancher, ...) et sujets de ces verbes mis en œuvre dans la construction des connaissances (réaliser, identifier, montrer, ...). La fréquence d'utilisation de certains termes utilisés dans la fiche de préparation de P1 donne les résultats suivants :

Termes utilisés	Fréquence d'utilisation
Circuit	04
Circulation/circuler	01
Intensité	17

Courant	18
Ampère	03
Ampèremètre	14
Calibre	06
Graduation	02
Eclat faible	01
Eclat vif	01

Ce qui nous conduit aux observations suivantes :

L'analyse didactique des tâches (tableau 12) montre que les tâches prescrites sont de différentes natures : théorie et expérience. Nous remarquons que la plus grande partie de ces tâches est réservée à celles de nature théorique par rapport aux tâches prescrites (tableau 10). Pourtant, les instructions recommandent à l'enseignant des activités expérimentales quelques soient les contraintes auxquelles il fait face afin d'amener les élèves à définir et comprendre la notion de l'intensité du courant. Les autres tâches relatives aux activités expérimentales ne sont pas considérablement prises en compte dans la fiche de préparation par l'enseignante P1.

La tâche  $T_{11}$  (tableau 12) renvoie à l'évaluation des connaissances antérieures des élèves établies en classe précédente. Elle nécessite donc des adaptations de types A1 et A3. Nous attendons de la part des élèves des activités du type : allumer une ampoule électrique et expliquer le fonctionnement du circuit électrique simple. A travers la tâche  $T_{11}$ , nous attendons que les élèves répondent et/ou posent aux/des questions permettant à l'enseignant P1 de contrôler leurs connaissances antérieures sous-forme de prérequis. Au cours de cette tâche, les élèves peuvent proposer la définition de l'intensité du courant électrique. C'est une tâche qui nécessite une adaptation du type A1 et/ou A3 parce que la recherche de ce que les élèves ont réellement comme connaissances renvoie à la réalisation des différentes activités proposées dans la tâche  $T_{12}$  et  $T_{13}$ .

Les tâches  $T_{12}$  et  $T_{13}$  portent sur les activités expérimentales. A travers la tâche  $T_{12}$ , les élèves sont invités à réaliser un schéma d'un circuit électrique simple (en série et en parallèle) pour faire allumer une lampe. Cependant la tâche  $T_{13}$  leur permet de réaliser des mesures sur l'intensité du courant en utilisant un ampèremètre (numérique ou analogique). La tâche  $T_{12}$  peut être considérée comme simple tant qu'elle peut être exécutée en se référant au schéma du circuit indiqué dans la fiche de préparation et qu'elle ne nécessite pas des adaptations. A partir de la tâche  $T_{12}$ , nous nous attendons à ce que les élèves procèdent aux montages électriques en branchant les différents éléments électriques figurant dans les circuits sans avoir besoin d'aide

de la part de l'enseignante P1. La tâche T<sub>13</sub>, quant à elle, porte sur la mesure de l'intensité du courant électrique qui parcourt les circuits. Nous pensons qu'il s'agit d'une tâche complexe parce qu'elle nécessite des adaptations du type A3. A partir de cette tâche, nous nous attendons à ce que les élèves procèdent avant chaque mesure aux choix du calibre adéquat de l'ampèremètre et à l'application de la relation mathématique permettant de retrouver la valeur de chacune des intensités ainsi mesurées.

Au terme de cette analyse, nous pensons que la place des activités expérimentales n'est pas clairement prédéfinie dans la fiche de préparation de l'enseignante P1, en particulier le lien prévu avec la construction du savoir en jeu. De plus, certaines tâches font référence à des verbes d'action (par exemple : débrancher, convertir, calculer, brancher, mesurer, ...) qui orientent les activités des élèves. Il nous semble que l'enseignante P1 a une inspiration liée à des tâches d'ordre procédural (Slimi, 2019) et d'autres qui nécessitent la mobilisation de connaissances d'ordre matériel souvent complexes (Kermen et Baroso, 2013).

## **b. Fiche de préparation de l'enseignant P2**

### **• Description de la fiche de préparation**

La fiche de préparation de l'enseignant P2 porte sur les mesures électriques et est constituée de deux parties (intensité du courant et tension électrique). Les prérequis permettent à l'enseignant P2 de contrôler les connaissances des élèves et la fiche comporte un certain nombre de questions que l'enseignant a mobilisé pour cette évaluation des connaissances. A partir de cette situation, les élèves doivent proposer des réponses à ces questions (Figure 20).

#### **Prérequis : contrôle de connaissances**

*Activités de l'enseignant : vérification des prérequis et questions aux élèves*

1. Qu'appelle-t-on un circuit électrique ?
2. Quels sont les éléments qui constituent un circuit électrique ?
3. Comment peut-on reconnaître le sens conventionnel d'un circuit électrique ?
4. Quels sont les différents types de montage d'un circuit électrique ?
5. C'est quoi un montage en série et en dérivation ou en parallèle ?
6. Comment réaliser un montage en série ou en dérivation ?
7. Comment connaître la tension et intensité d'un courant électrique ?
8. Quelle est l'unité de la tension et de l'intensité électrique ?

*Activités des élèves : répondre aux questions posées*

**Figure 20** : extrait de la fiche de préparation de P2 (phase prérequis)

La deuxième partie de la fiche est réservée à la définition d'un circuit électrique notamment sur l'intensité du courant électrique dans laquelle les élèves sont invités à calculer la valeur numérique de l'intensité du courant. Aucun montage électrique n'est prévu à cet effet permettant de mesurer à l'aide d'un ampèremètre la valeur calculée de l'intensité (figure 21).

### I. Définition d'un circuit électrique

Un circuit électrique est une chaîne de conducteurs constituée d'un ou plusieurs générateurs, d'un ou plusieurs récepteurs reliés entre eux par des fils de connexion.

#### 1.1 L'intensité du courant électrique

L'intensité du courant électrique est la quantité d'électricité qui traverse une section de circuit par seconde. Elle se note  $I$  et s'exprime en Ampère. Son symbole est (A).

Ces relations suivantes nous permettent de **calculer** l'intensité du courant électrique :

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{ou} \quad I = \frac{L \cdot C}{D}$$

**Figure 21** : extrait de la fiche de préparation de P2 (phase expérimentale)

A la suite de première partie, l'enseignant propose à ses élèves des exercices d'application permettant aux élèves de calculer mathématiquement les valeurs de l'intensité du courant utilisant la formule donnée (figure 22).

#### Exercice 1 :

En 2s,  $8 \cdot 10^{22}$  d'électrons traversent un circuit. **Quelle est l'intensité** du courant électrique ?

#### Exercice 2 :

Un ampèremètre a un cadran comportant 100 divisions. Son calibre est 1 ampère. A **quelle intensité** correspond une déviation de l'aiguille de 75 divisions ?

**Figure 22** : extrait de la fiche de préparation de P2 (phase de mobilisation)

A partir de la description de fiche de préparation, nous proposons le tableau 13 qui renseigne les tâches prescrites aux élèves et les activités attendues des élèves.

Les tâches prescrites	Les activités attendues des élèves
<b>T<sub>21</sub></b> : prérequis, définir le circuit électrique	savoir ce que c'est qu'un circuit électrique connaître les éléments qui le constituent connaître le sens conventionnel du courant électrique connaître les types de montage dans un circuit électrique connaître la différence entre un circuit série et un circuit parallèle

	connaître l'unité de l'intensité du courant.
<b>T<sub>22</sub></b> : définir l'intensité du courant	calculer la valeur numérique de l'intensité du courant en utilisant la formule donnée
<b>T<sub>23</sub></b> : mesurer l'intensité du courant	à l'aide d'un ampèremètre, mesurer l'intensité du courant électrique  vérifier la valeur calculée et celle mesurée.

**Tableau 13** : répartition de la fiche de préparation de P2 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves

- **Analyses des tâches prescrites aux élèves**

L'analyse globale de la fiche de préparation de l'enseignant P2 montre que les tâches prescrites sont réparties entre l'évaluation des connaissances antérieures des élèves, la définition de l'intensité du courant et sa mesure en courant continu. Mais la fiche donne à penser qu'aucune activité expérimentale n'est prévue. La grande partie des tâches prescrites par l'enseignant P2 n'est pas entièrement conforme aux prescriptions officielles qui demandent aux enseignants d'amener les élèves, à travers des activités expérimentales quelques soient les contraintes, de mesurer à l'aide d'un ampèremètre la valeur de l'intensité du courant électrique et de la comparer à celle que les élèves ont calculé. Cette mesure permet d'expliquer le fonctionnement de certains dispositifs expérimentaux, tels que l'ampèremètre, générateur, lampe électrique, etc.

L'exécution des tâches T<sub>21</sub>, T<sub>22</sub> et T<sub>23</sub> doit permettre aux élèves de comprendre les objectifs fixés par l'enseignant P2. Cependant, ces tâches ne donnent pas de précision sur les activités expérimentales à l'issue desquelles les élèves peuvent manipuler les dispositifs expérimentaux.

Parmi les trois tâches que nous avons énumérées, T<sub>21</sub> nous semble de type simple et facile à exécuter, puisqu'elle ne nécessite aucune adaptation. La tâche T<sub>21</sub> permet de contrôler les connaissances antérieures des élèves, autrement dit d'évaluer leurs conceptions sur l'intensité du courant électrique. Il s'agit également de proposer des tâches (montage électriques, ...), sur lesquelles les élèves pourront par la suite accéder au savoir en jeu. La tâche T<sub>21</sub> nécessite une adaptation du type A1, puisque nous nous attendons à ce que les élèves puissent identifier les dispositifs expérimentaux, proposer un schéma d'un circuit électrique et faire un montage électrique, pour proposer la définition de l'intensité du courant électrique.

Il nous semble que la tâche T<sub>22</sub> ne laisse aucune possibilité aux élèves de définir ce que c'est que l'intensité du courant électrique. Nous pensons qu'il s'agit d'une tâche complexe parce

qu'elle nécessite des adaptations du type A1 et A3. En effet, demander aux élèves de définir l'intensité du courant électrique sans au préalable proposer une activité expérimentale, constitue une anticipation des réponses qui devront être dégagées à l'issue d'une mise en œuvre expérimentale proposée dans la tâche T<sub>22</sub>.

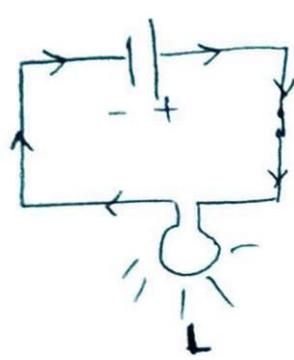
La fiche de préparation présente une partie concernant les activités expérimentales dans laquelle nous avons une seule tâche T<sub>23</sub> qui est celle de mesurer l'intensité du courant. Cette tâche permet de vérifier la valeur calculée à travers la formule donnée dans la tâche T<sub>22</sub>. C'est une tâche qui nécessite une adaptation du type A1, puisque les élèves doivent se rappeler du fonctionnement d'un ampèremètre et son utilisation, l'un des éléments usuels qui pourrait être proposé dans les dispositifs expérimentaux proposés par l'enseignant P2. A travers la tâche T<sub>23</sub>, nous attendons que les élèves distinguent les types d'ampèremètre, décrivent leur fonctionnement et mesurent l'intensité du courant. Les connaissances visées à travers cette tâche sont de brancher un ampèremètre dans un circuit, de mesurer l'intensité du courant qui traverse ce circuit et d'en donner le résultat de sa mesure. La tâche T<sub>23</sub> est considérée comme une tâche complexe et nécessite des adaptations de types A1 et A2, étant donné que sa mise en œuvre se fait à partir des connaissances antérieures des élèves et que l'enseignant se propose de trouver des adaptations compte tenu des situations de travail.

### **c. Fiche de préparation de l'enseignant P3**

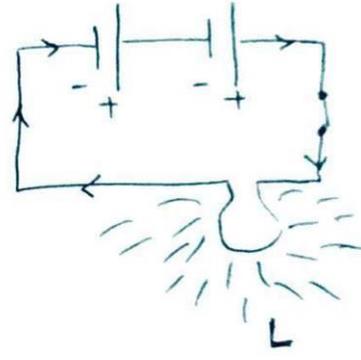
- ***Description de la fiche de préparation***

La séance ordinaire préparée par l'enseignant P3 porte sur l'intensité du courant électrique. La fiche de préparation y relative est constituée de deux pages et contient trois sous-parties. La première partie concerne la définition de l'intensité du courant électrique, la deuxième aborde l'unité légale de l'intensité du courant et la dernière concerne le courant continu. Avant d'aborder ces sous-parties, l'enseignant a prévu un contrôle de connaissances des élèves (prérequis) sur les éléments de base en électricité. Dans cette activité, les élèves sont invités à répondre aux questions proposées par l'enseignant. Avant d'aborder la définition du courant électrique, l'enseignant propose une activité expérimentale dans laquelle les élèves sont invités à effectuer une représentation schématique du circuit électrique permettant d'interpréter le phénomène qui se produit. L'enseignant n'a pas mentionné sur sa fiche de préparation que les élèves seront invités à la réalisation du dispositif expérimental (figure 11).

*Expérience :*



**Figure a :** faible éclat



**Figure b :** éclat intense

*Interprétations :*

Dans la figure **a**, la lampe brille faiblement avec un seul générateur, alors que dans la figure **b**, la lampe s'allume avec un éclat intense, car il y a deux générateurs.

**Figure 23 :** extrait de la fiche de préparation de P3 (phase expérimentale)

La fiche de préparation se termine par la définition de l'intensité du courant ainsi que ses unités légales (figure 24).

### 1.1 Définition et intensité du courant

L'intensité du courant est la quantité  $Q$  du courant qui traverse une section d'un conducteur pendant un temps donné.

On a donc :

$$I = \frac{\text{quantité d'électricité}}{\text{temps}} = \frac{Q}{t}$$

$Q$  = quantité d'électricité (coulomb C),  $t$  = temps (seconde s) et  $I$  = intensité du courant (ampère A).

### 1.2 Unité légale de l'intensité du courant

- L'unité légale de l'intensité du courant c'est l'ampère (A).
- Il y a ses sous-multiples qui sont :
  - Le milliampère (mA) :  $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$  et  $1\text{A} = 10^3\text{mA}$
  - Le microampère (uA) :  $1\text{uA} = ?\text{A}$  et  $1\text{A} = ?\text{uA}$
  - Le nano ampère (nA) :  $1\text{nA} = 10^{-9}\text{A}$  et  $1\text{A} = 10^9\text{nA}$

### 1.3 Le courant continu

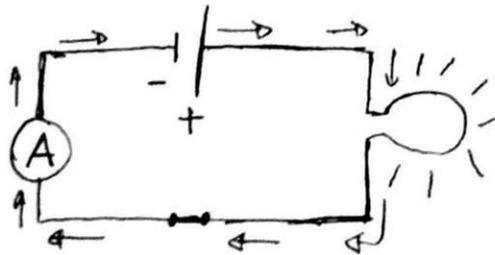


Figure c

Le courant continu est l'intensité du courant qui est constante et qui circule dans un circuit pendant un temps donné.

Figure 24 : extrait de la fiche de préparation de P3 (phase théorique)

A partir de la description de fiche de préparation, nous proposons le tableau 14 qui renseigne les tâches prescrites aux élèves et les activités attendues des élèves.

Les tâches prescrites	Les activités attendues des élèves
T <sub>31</sub> : contrôle de connaissances antérieures des élèves	définir les bornes d'une ampoule, d'une pile connaître le mot générateur, récepteur, ... distinguer expérimentalement un conducteur d'un isolant réaliser un circuit électrique comportant un générateur, un

	récepteur, un interrupteur et des fils conducteurs réaliser le montage d'un circuit électrique à partir d'un schéma électrique
<b>T<sub>32</sub></b> : schématisation du circuit électrique et définition de l'intensité du courant	proposer un montage électrique proposer le schéma électrique
<b>T<sub>33</sub></b> : mesurer l'intensité du courant électrique	mesurer l'intensité du courant électrique à l'aide d'un ampèremètre choisir un calibre correspondant choisir l'échelle correspondante

**Tableau 14** : répartition de la fiche de préparation de P3 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves

- *Analyses des tâches prescrites aux élèves*

A partir du tableau 14, l'analyse globale de la fiche de préparation montre qu'il y a trois types de tâches prescrites ( $T_{31}$ ,  $T_{32}$  et  $T_{33}$ ). La partie concernant la définition de l'intensité occupe la moitié des tâches réservées pour les activités expérimentales, en lien avec la prescription officielle. Cette instruction officielle recommande à l'enseignant la mise en œuvre expérimentale pour montrer que l'intensité du courant électrique dans un circuit dépend finalement du générateur. L'autre moitié des tâches se rattache à la représentation d'un circuit en courant continu. Cette représentation permet de comprendre qu'un courant électrique est une intensité du courant qui est constante et qui circule dans un conducteur pendant un temps donné.

Dans la répartition de la fiche de préparation de P3, la tâche  $T_{31}$  semble être une tâche simple, puisqu'il s'agit d'une simple évaluation des élèves permettant à l'enseignant de contrôler les connaissances antérieures de ses élèves. Cette tâche n'a pas forcément besoin d'une adaptation à laquelle l'enseignant doit faire référence.

De même que la tâche  $T_{31}$ , la tâche  $T_{32}$  est aussi une tâche simple et l'enseignant n'a pas besoin d'envisager une adaptation pour la réaliser, puisqu'une représentation du circuit, qui fait partie d'un registre d'illustration (Malonga et Beaufiles, 2010, cités par Slimi, 2019), devrait faciliter la tâche demandée. A partir de cette tâche, nous attendons à ce que les élèves proposent un schéma du circuit électrique et ensuite proposent un montage électrique. Autrement dit, les élèves réalisent un branchement des éléments qui constituent ce circuit électrique sans être assistés par l'enseignant P3.

Pour la tâche T<sub>33</sub>, il n'est mentionné nulle part que les élèves doivent réaliser à l'aide d'un ampèremètre la mesure de l'intensité du courant. Autrement dit, il n'y a aucune consigne explicite de manière à ce que les élèves puissent réaliser une mesure. Cela rend la tâche complexe et nécessite une adaptation du type A2 et A3, du fait que les élèves doivent mobiliser des connaissances, en relation avec la procédure d'utilisation des ampèremètres dans une activité de mesurage. Dans ce cas, nous attendons que les élèves puissent choisir un calibre correspondant et utiliser la formule mathématique de l'intensité pour retrouver la valeur mesurée de l'intensité, en se servant de la lecture de la déviation des aiguilles de l'ampèremètre. Le passage par une activité de calcul fait passer les élèves des mondes des objets/phénomènes aux mondes théories et des modèles (usage des outils mathématiques).

Il est attendu que les élèves, lors de l'activité de mesurer, transforment les résultats calculer aux résultats expérimentaux. La tâche T<sub>33</sub> est donc une tâche complexe qui nécessite l'aide de l'enseignant. Elle nécessite des adaptations de types A2, puisque la recherche d'un modèle du circuit électrique se fait à partir des connaissances du dispositif expérimental et de l'exploitation des connaissances déclaratives de l'intensité du courant et des connaissances procédurales (montage d'un schéma électrique) en lien avec la tâche T<sub>31</sub>.

Au terme de cette analyse, nous pensons que la fiche de préparation de l'enseignant P3 présente une partie des consignes répondant aux exigences des instructions officielles qui oblige l'enseignant, quelles que soient les contraintes, à proposer des activités expérimentales permettant de définir l'intensité du courant électrique et de déterminer sa mesure.

#### **d. Fiche de préparation de l'enseignant P4**

- *Description de la fiche de préparation*

La fiche de préparation de l'enseignant P4 porte sur l'intensité du courant électrique. Elle est constituée de trois pages et comporte deux parties (intensité du courant électrique et mesure électrique en courant continu). La fiche comporte un prérequis qui permet à l'enseignant de contrôler les connaissances des élèves.

Dans la première partie du chapitre, l'enseignant a prévu une activité expérimentale qui consiste à exploiter un dispositif expérimental, dont les schémas du circuit électrique figurent dans la fiche (figure 25). Ensuite, il s'agit de proposer la définition de l'intensité du courant et son unité légale.

## I- Intensité du courant électrique

### 1. Expérience

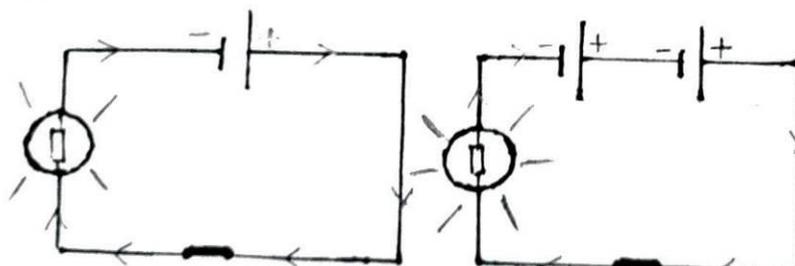


Figure 1 : L'éclat est faible

Figure 2 : L'éclat est vif

**Figure 25** : extrait de la fiche de préparation de P4 (phase expérimentale 1)

Dans cette même partie de la fiche, l'enseignant propose la définition de l'intensité du courant électrique (figure 26).

### 2. Définition

La quantité du courant qui traverse une section d'un conducteur par un temps donné s'appelle **intensité** du courant.

$I = \text{quantité d'électricité} / \text{temps} = Q/t$

Q en coulomb (C), t en seconde (s)

I est exprimé en ampère (A).

L'intensité du courant électrique est une grandeur physique dont le symbole usuel est la lettre I. L'intensité caractérise les effets du courant.

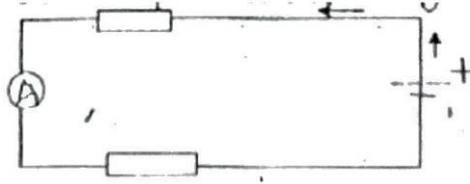
**Remarques** : plus le courant est important, plus l'intensité est grande.

**Figure 26** : extrait de la fiche de préparation de P4 (phase théorique)

La deuxième partie de la fiche de préparation est réservée à la mesure électrique en courant continu. La tâche proposée consiste à schématiser un circuit électrique comportant toutes les composantes y compris l'ampèremètre (figure 15). La fiche de préparation contient un calcul de l'intensité du courant et sa mesure électrique. L'enseignant P4 n'a pas prévu de tâches permettant aux élèves de calculer et de mesurer en fonction des données de l'énoncé (figure 27).

## 1. Appareil de mesure

On mesure l'intensité du courant électrique avec un ampèremètre qui se branche en série en respectant les polarités dans un circuit électrique. La position de l'ampèremètre ne modifie pas la nature de l'intensité du courant. Le symbole d'un ampèremètre est :



**Figure 27** : extrait de la fiche de préparation de P5 (phase expérimentale 2)

### Calcul de l'intensité :

Soit un ampèremètre comportant au total N divisions utilisé sur un calibre de valeur C dans un circuit pour laquelle l'aiguille dévie se fixe sur la division n peut se calculer par :

$$I = (C \cdot n) / N, \quad I \text{ est en Ampère (A)} \quad \text{ou} \quad I = (C \cdot L) / \mathcal{E}, \quad L = \text{lecture et } \mathcal{E} = \text{échelle}$$

**Figure 28** : extrait de la fiche de préparation de P4 (phase de mobilisation)

A partir de la description de fiche de préparation, nous proposons le tableau 15 qui renseigne les tâches prescrites aux élèves et les activités attendues des élèves.

Les tâches prescrites	Les activités attendues des élèves
T <sub>41</sub> : définir l'intensité du courant électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>convertir cette unité d'intensité</li> <li>décrire l'appareil permettant de mesurer l'intensité du courant ainsi que son symbole</li> <li>mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle</li> </ul>
T <sub>42</sub> : réalisation d'un circuit électrique pour définir l'intensité du courant	<ul style="list-style-type: none"> <li>réalisation d'un circuit série (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves ;</li> <li>réalisation d'un circuit en dérivation (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves ;</li> <li>vérification des branchements ensemble avec l'enseignant.</li> </ul>

<p><b>T<sub>43</sub></b> : mesures électriques en courant continu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distinguer intensité et tension ;</li> <li>• mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit électrique ;</li> <li>• donner le résultat de sa mesure avec l'unité ;</li> <li>• montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant électrique dans un circuit série.</li> </ul>
---	---

**Tableau 15** : répartition de la fiche de préparation de P4 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves

• *Analyses des tâches prescrites aux élèves*

L'analyse globale de la fiche de préparation de l'enseignant P4 montre que les tâches prescrites sont réparties entre des activités expérimentales et théoriques. La fiche contient pour moitié des activités expérimentales qui doivent permettre d'introduire la définition de l'intensité du courant. Cette tâche est prescrite dans le programme officiel tel que nous l'avons précédemment présenté.

Le tableau 15 permet de situer les tâches prescrites par l'enseignant ainsi que les activités attendues des élèves. La tâche T<sub>41</sub> permet à l'enseignant de définir ensemble avec les élèves l'intensité du courant électrique. Cependant, les élèves sont invités à donner des réponses exactes. C'est une tâche que nous considérons simple puisque les questions qui seront posées et les réponses y relatives s'appuient sur les conceptions initiales des élèves. De cette tâche, nous nous attendons à ce que les élèves proposent une représentation, pour qu'ils arrivent à distinguer le monde des objets/phénomène et le monde de la théorie/modèle.

Dans cette fiche de préparation, la tâche T<sub>42</sub> qui consiste à définir l'intensité du courant n'est pas clairement explicitée. Elle nécessite une adaptation du type A2 puisque l'enseignant n'a pas prévu réellement un dispositif expérimental. C'est une forme de savoir – faire sans appui matériel. A travers cette tâche, nous attendons des élèves une proposition du montage électrique en effectuant certaines accommodations de représentations qui se rattachent à leur conception du circuit électrique.

Dans cette fiche de préparation, nous relevons deux activités expérimentales conformément aux tâches T<sub>42</sub> et T<sub>43</sub>. Ces tâches consistent, d'une part à réaliser à travers un dispositif expérimental le montage électrique en faisant allumer une ampoule et d'autre part à mesurer à l'aide d'un ampèremètre l'intensité du courant. Ces deux tâches ne sont pas prescrites dans la fiche de préparation sous forme de consignes, mais ce sont plutôt des tâches que nous arrivons

à identifier à partir des schémas proposés dans la fiche. A partir de ce constat, nous considérons que ces tâches sont complexes. Elles nécessitent donc une adaptation du type A2, puisque les activités expérimentales proposées à cet effet nécessitent, d'une part un savoir-faire en relation avec l'utilisation du dispositif expérimental et, d'autre part, une connaissance relative au circuit électrique et tout ce qui le constitue ainsi que l'utilisation d'un ampèremètre. Dans ces deux activités expérimentales, nous attendons des élèves la représentation d'un circuit électrique et l'emplacement d'un ampèremètre dans ce circuit.

A travers les tâches  $T_{42}$  et  $T_{43}$  nous nous attendons à ce que les élèves arrivent individuellement à proposer un montage électrique et mesurer à l'aide d'un ampèremètre son intensité. Toutefois, un travail collectif, qui s'appuie sur les curiosités individuelles des élèves, permet par la suite de définir l'intensité du courant.

Dans cette sous-section, nous venons d'effectuer des analyses didactique des fiches de préparations des quatre enseignants conformément aux prescriptions officielles, pour répertorier les contenus abordés, les objectifs attendus, les tâches prévues par les enseignants, les activités attendues des élèves, pointer les difficultés possibles et déduire une organisation possible du travail en classe. Nous proposons dans le paragraphe suivant une discussion entre ce qui est prévu par les enseignants et ce qui est prescrit par l'institution.

#### ***7.4.2 Analyse épistémologique des tâches prévues par les enseignants en lien avec l'idée des deux mondes***

Dans cette sous partie, nous proposons une analyse épistémologique des fiches de préparation des enseignants en lien avec l'idée des deux mondes. Cette analyse *a priori* comporte une partie descriptive et une partie prédictive (Artigue, 1988), c'est-à-dire qui explicite les tâches attendues.

##### **a. Fiche de préparation de l'enseignante P1**

<b>Les tâches prescrites aux élèves</b>	<b>Les activités attendues des élèves</b>	<b>Catégorisation des tâches dans l'un des 2 mondes</b>
$T_{11}$ : évaluer les connaissances antérieures des élèves	énoncer que l'intensité du courant est noté $I$	Monde des modèles
	convertir l'unité de l'intensité du courant	Monde des objets/phénomènes
	Placer correctement un ampèremètre dans un circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle	Monde des Théories/modèles

T <sub>12</sub> : montage d'un circuit électrique pour définir l'intensité du courant	Monter un circuit série (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves ;	Monde des objets/phénomènes
	Monter un circuit en dérivation (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves ;	Monde des objets/phénomènes
	vérifier des branchements	Monde des objets/phénomènes
T <sub>13</sub> : mesures sur des circuits électriques	Mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit électrique ;	Monde des objets/phénomènes
	Donner le résultat de sa mesure avec l'unité ;	Monde des objets/phénomènes

**Tableau 16** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P1 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

Le tableau 16 montre que les tâches prescrites aux élèves sont de nature essentiellement expérimentale. Nous avons constaté une prévision de la construction de concept. Nous pensons que l'enseignante a prévu l'idée de s'appuyer sur des modèles intuitifs que même les élèves peuvent accepter et de les aider à développer ces modèles. Dans une phase expérimentale, un modèle de circuit électrique devra être introduit. L'introduction de deux schémas du circuit électrique peut créer une surprise pour les apprenants car un grand nombre de processus sont impliqués même dans des tâches simples. Il convient donc de prêter attention aux modèles de l'enseignante P1 et aux « modèles d'enseignement » (Gilbert & Boulter, 1995) qu'elle a prévu d'utiliser en classe. Dans sa fiche de préparation (figure 3), les termes utilisés par l'enseignante P1 (par exemple, « éclat, moins intense, vif, etc. » pour désigner la classe des objets et des phénomènes et les structures de l'intensité du courant devraient être explicites. Cependant, nous nous attendons à voir les élèves comprendre pourquoi l'éclat de la lampe est faible et est vif, c'est-à-dire qu'ils doivent développer les modèles mentaux sur ces mécanismes et de générer des explications pour les phénomènes et les événements qui y sont associés. A travers la tâche T<sub>12</sub>, les élèves sont invités à réaliser un circuit électrique simple (en série et en parallèle) pour allumer une lampe. Autrement dit, ils doivent procéder aux montages électriques en branchant les différents éléments électriques figurant dans les circuits sans avoir besoin d'aide de la part de l'enseignante P1. Dans ces tâches, nous nous attendons à voir des traces de l'apprentissage chez les élèves qui consiste à passer d'une description des objets et des phénomènes dans un langage courant à une

description en termes de concepts et de modèles de l'électricité. Pour passer du registre des phénomènes au registre du modèle physique, le recours à des systèmes symboliques s'avère nécessaire. Dans le domaine de l'électricité, la schématisation des circuits électriques répond à des règles d'écriture précises et constitue un système symbolique particulier.

### b. Fiche de préparation de l'enseignant P2

Les tâches prescrites aux élèves	Les activités attendues des élèves	Catégorisation des tâches dans l'un des deux mondes
T <sub>21</sub> : prérequis, définir le circuit électrique	identifier les éléments qui constituent un courant électrique.	Monde des objets/phénomènes
	énoncer le sens conventionnel du courant électrique	Monde des théories/modèles
T <sub>22</sub> : définir l'intensité du courant	calculer la valeur numérique de l'intensité du courant en utilisant la formule donnée	Monde des objets/phénomènes
T <sub>23</sub> : mesurer l'intensité du courant	à l'aide d'un ampèremètre, mesurer l'intensité du courant électrique	Monde des objets/phénomènes
	vérifier la valeur calculée et celle mesurée.	Monde des objets/phénomènes

**Tableau 17** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P2 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

L'analyse globale de la fiche de préparation de l'enseignant P2 montre qu'aucune activité expérimentale n'est prévue par l'enseignant P2 malgré les instructions officielles. Donc nous avons un peu de peine à identifier et à distinguer le monde des objets et des phénomènes et celui des théories et modèles. Pourtant ces deux mondes permettent d'expliquer et de caractériser le fonctionnement de certains dispositifs expérimentaux et interpréter les phénomènes qui y sont liés. Même si l'exécution des tâches T<sub>21</sub>, T<sub>22</sub> et T<sub>23</sub> devrait permettre aux élèves de comprendre les objectifs fixés par l'enseignants P2, elle ne donne pas de précision sur les activités expérimentales à l'issue desquelles les élèves peuvent manipuler les dispositifs expérimentaux. Comme le soulignent Driver et *al.* (1994), « la progression par modèle semble être une caractéristique générale des apprenants dans les différentes sciences ». Quelles que soient les tâches prévues par l'enseignant P2, nous nous attendons à voir que les élèves soient capables d'interpréter les phénomènes électriques et de les mettre en relation les uns avec les autres. Les modèles mentaux identifiés chez les apprenants pourraient servir

de base à la construction de « modèles d'enseignement » simples pour initier les élèves. Par exemple, des modèles simples de piles, d'ampoules et d'autres composants de circuits peuvent être conçus. Ce type de modèle fonctionne bien pour les praticiens et ne constitue pas en soi un obstacle à l'acquisition par les élèves d'une activité expérimentale et de modèles plus élaborés par la suite. Ce qui signifie que l'enseignant pourra s'appuyer sur cette notion pour explorer des systèmes électriques simples.

### c. Fiche de préparation de l'enseignant P3

Les tâches prescrites aux élèves	Les activités attendues des élèves	Catégorisation des tâches dans l'un des 2 mondes
T <sub>31</sub> : contrôle de connaissances antérieures des élèves	distinguer expérimentalement un conducteur d'un isolant	Monde des objets/phénomènes
	réaliser un circuit électrique comportant un générateur, un récepteur, un interrupteur et des fils conducteurs.	Monde des objets/phénomènes
T <sub>32</sub> : schématisation du circuit électrique et définition de l'intensité du courant	réaliser le montage d'un circuit électrique à partir d'un schéma électrique.	Monde des objets/phénomènes Monde des théories/modèles
T <sub>33</sub> : mesurer l'intensité du courant électrique	mesurer l'intensité du courant électrique à l'aide d'un ampèremètre	Monde des objets/phénomènes

**Tableau 18** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P3 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

L'analyse globale de la fiche de préparation de l'enseignant P3 montre que certaines tâches se rattachent à la représentation d'un circuit en courant continu. Cette représentation du phénomène est la première fonction (on l'appelle parfois : rendre compte d'un phénomène) du modèle, auquel, il est généralement impossible d'accéder directement avec nos sens. Elle permet de comprendre qu'un courant électrique est une intensité du courant qui est constante et qui circule dans un conducteur pendant un temps donné. Comme le soulignent Raynal et Rieunier (1997, p. 321) « les représentations sont des constructions circonstancielles faites dans un contexte particulier et à des fins spécifiques. La construction de la représentation est finalisée par la tâche et la nature des décisions à prendre. Elles sont donc très particularisées, occasionnelles et précaires par nature, ... ». A travers la tâche T<sub>33</sub>, il n'est mentionné nulle part que les élèves doivent réaliser à l'aide d'un ampèremètre la mesure de l'intensité du courant. Nous pensons que ce manque à gagner pour les élèves ne leur permet pas de percevoir progressivement comment fonctionne l'ampèremètre. Nous attendons que

l'enseignement P3 demande aux élèves de faire un montage, de mesurer, de calculer. Ensuite, nous attendons que les élèves puissent choisir un calibre correspondant et utiliser la formule mathématique de l'intensité pour retrouver la valeur mesurée de l'intensité, en se servant de la lecture de la déviation des aiguilles de l'ampèremètre. L'activité de mesure attendue traduit le passage du monde des objets et au monde des phénomènes. Enfin, il est attendu que les élèves, lors de l'activité de mesure, transforment les résultats calculés aux résultats expérimentaux. Dans ces cas, les élèves seront certes actifs, mais ils ne disposent pas des moyens de comprendre que les théories et modèles permettent d'expliquer et de faire des prévisions ou des validations expérimentales du modèle. Sachant que le modèle constitue une construction intellectuelle qui a pour ambition d'interpréter une variété de situations, il nécessite donc d'être validé. Cette validation s'appuie principalement sur l'activité expérimentale. Tiberghien *et al.* (2009) montrent cependant que ce chemin entre une situation réelle et la situation déjà modélisée proposée dans fiche de préparation est souvent caché. Il est donc indispensable non pas de masquer l'écart entre situation matérielle réelle et situation épurée mais au contraire de rendre cette étape explicite. Pour les tâches prescrites, l'enseignant P3 doit aider les élèves à distinguer les situations matérielles des théories et modèles.

#### d. Fiche de préparation de l'enseignant P4

Les tâches prescrites aux élèves	Les activités attendues des élèves	Catégorisation des tâches dans l'un des 2 mondes
T <sub>41</sub> : définir l'intensité du courant électrique	savoir que l'intensité du courant est noté $I$	Monde des théories/modèles
	<p>placer correctement un ampèremètre dans un circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle</p> <p>connaître la définition d'un dipôle</p>	<p>Monde des objets/phénomènes</p> <p>Monde des théories/modèles</p>
T <sub>42</sub> : réalisation d'un circuit électrique pour définir l'intensité du courant	réaliser un circuit série (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves	Monde des objets/phénomènes
	réaliser un circuit en dérivation (comportant une pile, un interrupteur, une lampe et un électrolyseur ou un moteur et un multimètre) par un ou deux groupes d'élèves	Monde des objets/phénomènes

	vérifier les branchements ensemble avec l'enseignant	Monde des objets/phénomènes
T <sub>43</sub> : mesures électriques en courant continu	distinguer intensité et tension	Monde des théories/modèles
	mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit électrique	Monde des objets/phénomènes
	montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant électrique dans un circuit série	Monde des objets/phénomènes

**Tableau 19** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P4 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

Le tableau 19 permet de situer les tâches prescrites par l'enseignant ainsi que les activités attendues des élèves. La tâche T<sub>41</sub> permet à l'enseignant d'identifier ce que les élèves ont réellement comme connaissances au sujet de circuit électrique. Cependant, les élèves sont invités à donner des réponses exactes. De cette tâche, nous nous attendons à ce que les élèves proposent une représentation, pour qu'ils arrivent à distinguer le monde des objets/phénomènes et le monde de la théorie/modèle. Afin de faciliter cette distinction, nous attendons que l'enseignant situe ses propos du côté des situations, du modèle ou des relations entre les deux. Distinguer « le monde des objets et événements » et « le monde des modèles » permet d'éviter d'enseigner de façon trop dogmatique, ce que les élèves risquent alors de ressentir comme arbitraire. La tâche T<sub>42</sub>, qui consiste à définir l'intensité du courant, n'est pas clairement explicitée. A travers cette tâche, nous attendons des élèves une proposition du montage électrique en effectuant certaines accommodations de représentations qui se rattachent à leur conception du circuit électrique. La tâche T<sub>43</sub>, permet de distinguer intensité et tension du courant électrique, mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit électrique et montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant électrique dans un circuit série. A travers cette tâche, nous attendons des élèves une proposition de montages électriques pour expliquer la distinction entre intensité et la tension. Mais comment pourront-ils passer au monde des modèles et définir l'intensité du courant électrique et distinguer ce concept de celui de tension électrique ?

#### ***7.4.3 Discussion des tâches prescrites aux élèves par les quatre enseignants***

Dans ce paragraphe, nous proposons de discuter les différentes tâches prescrites par les quatre enseignants à leurs élèves. Cette discussion est basée sur l'analyse lexicale des fiches de préparation des enseignants. Cette technique nous permet de situer chaque enseignant dans le monde des objets et phénomènes ou dans celui des théories et des modèles.

### **a. Tâches relatives à l'introduction du savoir mis en jeu**

Les quatre fiches de préparation de cours s'articulent autour du savoir en jeu intitulé « intensité du courant électrique et sa mesure en courant continu ». Elles présentent une structure commune quant à l'ordre des contenus abordés et presque conforme aux objectifs prescrits officiellement par l'inspection générale de sciences physiques (tableau 10). Dans ces instructions officielles, le déroulement de la séance prévoit l'intervention de l'enseignant pour organiser les phases de rappel sous forme de question – réponses, des activités expérimentales pour institutionnaliser le savoir mis en jeu. Il aura aussi à compléter et à enrichir le milieu par des apports ponctuels de connaissances et de savoirs que l'on pourrait assimiler à des aides directes ou indirectes (MENRST, 1993).

Compte tenu de la compréhension des phénomènes, compte tenu de l'insuffisance (et parfois l'inadéquation) des connaissances des élèves en rapport avec ces phénomènes et du manque de dispositifs expérimentaux, il nous semble que tous les enseignants ont commencé leur cours par un rappel des connaissances de la classe de quatrième (prérequis). Cette phase est envisagée sous forme de « cours dialogué » et les propriétés (admisses) sont énoncées progressivement. Les questions prévues dans cette phase sont relativement choisies par les enseignants. Toutefois, il est possible que les enseignants se trouvent forcés, en vue d'apporter une aide directe ou indirecte à un élève ou à toute la classe, d'introduire d'autres tâches suite à un incident ou à un constat d'insuffisance dans les connaissances des élèves. Autrement dit, il est possible que les enseignants doivent intervenir souvent non seulement pour organiser les interventions des uns et des autres mais surtout pour mettre en évidence des confusions et/ou des imprécisions dans les connaissances des élèves et de les corriger. Cette phase se proposerait donc d'orienter à nouveau les questions posées et d'éclairer les réponses proposées par les élèves.

### **b. Tâches relatives à la réalisation des activités expérimentales**

À la lecture des quatre fiches de préparation, il se dégage des objectifs d'apprentissage presque communs (connaître le sens conventionnel du courant et le schématiser et des activités voisines (brancher un ampèremètre dans un circuit, faire des mesures à l'aide d'un ampèremètre l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit, donner le résultat de cette mesure avec l'unité et montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série). Du point de vue des modalités de travail, nous pouvons nous attendre à des phases de recherche en autonomie (par chaque élève) pour répondre aux questions posées, et probablement à des phases collectives (par sous – groupe ou table – blancs) de réponses avec

l'aide des enseignants adaptée au degré de complexité de la question. Dans les quatre fiches de préparation, nous constatons que toutes les quatre contiennent des activités expérimentales et commencent par l'intensité du courant (allumer une ampoule électrique) en réalisant les manipulations avec une pile sans danger, conformément aux suggestions du programme scolaire. La comparaison des types de tâches entre les enseignants montre que seule l'enseignante P1 a envisagé beaucoup de tâches simples et peu de tâches complexes. Quelques-uns d'élèves de la classe de l'enseignante P1 devraient pouvoir allumer de manière autonome la lampe. Contrairement à P1, les enseignants P2, P3 et P4 ont envisagé des tâches du type complexe et peu de type simples, puisqu'il n'y a pas d'activité en autonomie des élèves pendant la phase expérimentale. A partir de cette comparaison, nous constatons que tous les professeurs prévoient un mélange des tâches (tâches simples tâches complexes).

#### ***7.4.4 Discussion sur les connaissances épistémologiques des enseignants***

Les finalités du système éducatif centrafricain découlent d'un choix dicté par un ensemble de facteurs propres au pays, mais n'excluant pas les valeurs universelles. En conséquence de ce choix en partie, les enseignants de science physique ont pour mission « d'inculquer aux élèves les valeurs éthiques et morales propres et à promouvoir les connaissances scientifiques et techniques »<sup>63</sup>. La formation des enseignants est considérée comme un facteur clé pour atteindre les objectifs éducatifs (Boilevin, 2013). En Centrafrique, les enseignants de science physique sont, comme dans d'autres pays, confrontés aux contraintes au cours de leur vie professionnelle, entre autres le problème des formations continues (RESEN, 2018). Ce rapport montre que certaines formations ne répondent pas aux attentes réelles et aux exigences de l'enseignant et propose que ces formations doivent satisfaire les besoins spécifiques des enseignants concernant surtout la mise en œuvre expérimentale dans leurs pratiques enseignantes.

Les analyses des fiches de préparation (tableaux 16, 17, 18 et 19) des quatre enseignants nous permettent de considérer la connaissance scientifique comme une construction de l'homme pour tenter de comprendre le monde qui l'entoure. Les scientifiques ont éprouvé le besoin de concepts, qui, reliés entre eux, conduisent à l'élaboration de modèles, explicatifs et prédictifs. Cependant, les enseignants auront à conduire leurs élèves à se poser des questions, et peu à peu, au besoin des concepts du physicien. Pour faciliter l'accès des concepts aux élèves, les enseignants devront opérer une transposition didactique, transmettre un modèle simplifié que les élèves enrichiront progressivement, tout en le rapprochant de celui du physicien. Ils peuvent s'aider d'expériences pour tester les représentations et faire naître des questions,

---

<sup>63</sup> Rapport d'État sur le Système Educatif National, 2018

s'appuyer sur des analogies ou des images pour aider les élèves à se représenter le phénomène. Malheureusement, les quatre fiches de préparation des enseignants ne tiennent pas compte de ces aspects même si des activités expérimentales sont prévues pour permettre aux élèves d'accéder à la notion d'intensité du courant électrique et sa mesure.

Sur les quatre enseignants seule l'enseignante P1 envisage de mettre les élèves en activité. De plus, inconsciemment, elle travaille des idées des deux mondes (objets/phénomènes et théories /modèles) alors que les autres enseignants P2, P3 et P4 mélangent complètement les deux. Par conséquent, les objectifs d'apprentissage risquent fort de ne pas être atteints : les élèves auront du mal à comprendre les phénomènes électriques si on ne peut pas leur montrer que le discours scientifique est un discours qui permet d'interpréter le monde réel.

### **7.5 Conclusion**

L'analyse *a priori* réalisée dans ce chapitre visait à présenter et à analyser les préparations des séances des quatre enseignants pour en déduire leurs potentialités en termes d'activité et d'apprentissage en les comparant à notre propre étude des prescriptions. Autrement dit, cette analyse *a priori* souhaitait identifier les objets de savoir introduits par les tâches proposées par les quatre enseignants et repérer quelle mise à l'étude par les élèves était envisageable.

L'analyse des programmes scolaires centrafricains nous a permis d'identifier les tâches prescrites aux élèves de troisième concernant l'intensité du courant électrique et sa mesure et d'envisager des activités au service des apprentissages visés. Cette analyse didactique a été complétée par une catégorisation des connaissances et des niveaux de modélisation pour l'étude de l'intensité du courant électrique envisagé par le programme en s'appuyant sur la « théorie des deux mondes ».

L'analyse des fiches de préparation de ces enseignants donne à voir que les tâches proposées aux élèves ne sont pas très riches, qu'elles sont un peu éloignées de celles prescrites dans le programme et variées d'un enseignant à un autre. Nous constatons, de plus, que dans toutes les fiches de préparation, plusieurs tâches ne sont pas clairement exposées. Elles renvoient le plus souvent à des sous-tâches non indiquées et elles nécessiteront donc des adaptations d'une part de ces enseignants et d'autre part de leurs élèves en situation de classe. De ce fait, il est difficile de repérer explicitement quelles mises à l'étude seront possible à partir de ces fiches de préparation. Cependant, en se servant des tâches prévues par les quatre enseignants et en envisageant les activités attendues des élèves, nous pouvons voir formellement qu'il y a une structuration des scénarios dépendante de chaque enseignant.

Par ailleurs, l'analyse des tâches proposées dans les quatre fiches de préparation selon les niveaux de modélisation à l'œuvre permet de constater que la prise en compte du monde des

objets et phénomènes d'une part, et du monde des théories et modèles d'autre part, n'est pas du tout effective. Il semble que les enseignants ne soient pas réellement conscients des enjeux de nature épistémologique dans les tâches proposées aux élèves. Pourtant, une connaissance de la théorie des deux mondes leur permettrait de travailler la question de la modélisation et d'éviter ainsi de proposer un discours dogmatique à leurs élèves.

Il nous reste maintenant à confronter les résultats de cette analyse *a priori* à la pratique effective des enseignants avec leurs élèves. C'est l'objet du chapitre suivant.

## **CHAPITRE 8**

### **ANALYSES DES PRATIQUES EFFECTIVES DES ENSEIGNANTS**

## **Plan du chapitre 8**

### **Introduction**

#### **8.1 Analyse didactique des déroulements et des tâches effectives des enseignants**

*8.1.1 Comparaison globale des déroulements et des formes de travail dans la classe*

*8.1.2 Analyse du déroulement des séances*

*a. Déroulement de la séance de P1*

*b. Déroulement de la séance de P2*

*c. Déroulement de la séance de P3*

*d. Déroulement de la séance de P4*

#### **8.2 Analyse épistémologique des activités effectives des enseignants**

*8.2.1 L'enseignante P1*

*8.2.2 L'enseignant P2*

*8.2.3 L'enseignant P3*

*8.2.4 L'enseignant P4*

#### **8.3 Comparaison et discussion sur les tâches effectives des enseignants**

*8.3.1 Comparaison des déroulements et des tâches*

*8.3.2 Discussion sur les choix des tâches effectives pendant les séances*

## **Introduction**

En se servant du bilan de l'étude des activités proposées aux élèves à travers l'analyse *a priori* des fiches de préparation des enseignants, nous proposons dans ce chapitre une analyse globale des scénarios (Chesnais, 2009) pour renseigner les différents éléments qui peuvent influencer le processus d'apprentissage chez les élèves. Pour ce faire, nous proposons, dans un premier temps, une analyse didactique des déroulements effectifs des séances. Ensuite, nous présentons une analyse épistémologique des tâches effectives des enseignants grâce aux synopsis de déroulement, en lien avec nos questions de recherche. Nous terminons ce chapitre par une discussion sur les choix des tâches effectives pendant les séances et les raisons afférentes.

Dans l'analyse globale de chaque tâche étudiée, nous décrivons :

- Contrôle des connaissances antérieures des élèves sous forme de prérequis : introduction et définition de l'intensité du courant électrique.
- Réalisation ou non d'activité expérimentale (manipulation/montage du circuit électrique) ;

Les analyses globales didactiques et épistémologiques des tâches effectives des enseignants, permettent de reconstituer l'« itinéraire cognitif » défini *a priori* par chaque enseignant dans la séance (Slimi, 2019, p. 133). Dans ces analyses, la double approche didactique et ergonomique telle qu'elle est présentée au chapitre 5 est fortement utilisée pour analyser les pratiques des quatre enseignants du point de vue de l'activité des élèves en lien avec la théorie des deux mondes et du point de vue du métier de l'enseignant. La référence aux cinq composantes des pratiques (cognitive, médiative, institutionnelle, personnelle et sociale) est aussi centrale ainsi que, la référence aux niveaux de leurs organisateurs des pratiques enseignantes.

### **8.1 Analyse didactique des déroulements et des tâches effectives des enseignants**

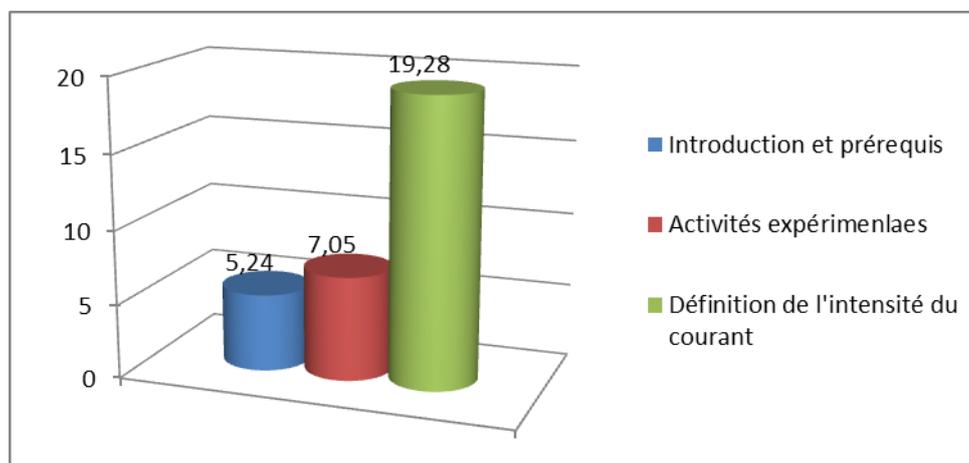
Dans cette section, nous analysons les tâches effectives des quatre enseignants en lien avec les différents résultats issus des analyses *a priori* de leurs fiches de préparation et des déroulements des séances. Nous cherchons à interpréter ces résultats en termes de logiques d'action des quatre enseignants. Il s'agit de reconstituer les composantes cognitive et médiative de ces enseignants et de proposer des interprétations qui tiennent compte de l'exercice de leur métier et des différentes contraintes qui entravent leurs pratiques (composantes institutionnelle, personnelle et sociale).

### 8.1.1 Comparaison globale des déroulements et des formes de travail dans la classe

La séance observée pour chacun des quatre enseignants a donné lieu à des analyses détaillées, mais nous ne présentons ici que la synthèse des résultats concernant la répartition du temps et la nature du travail proposé aux élèves par ces enseignants pour les tâches concernant les prérequis/introduction, la définition de l'intensité du courant électrique et les activités expérimentales.

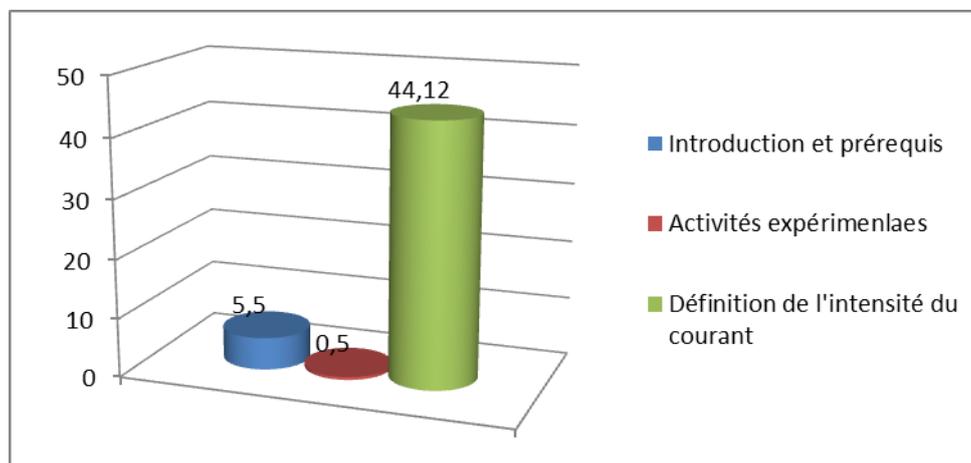
La répartition du temps entre les types d'épisodes apparaît très différente, comme le montrent les graphiques 2, 3, 4 et 5 ci-dessous.

Le travail sur les prérequis/introduction de la séance et celui sur la définition de l'intensité du courant électrique occupent respectivement 5% et 20% du temps (les valeurs trouvées sont calculées à partir du tableau 20, colonne « temps ») dans la classe de l'enseignante P1. Le travail sur les activités expérimentales occupe presque 30%, dont un tiers consiste en un travail individuel de l'enseignante P1 et deux tiers en un travail collectif avec un nombre réduit d'élèves (Graphique 2).



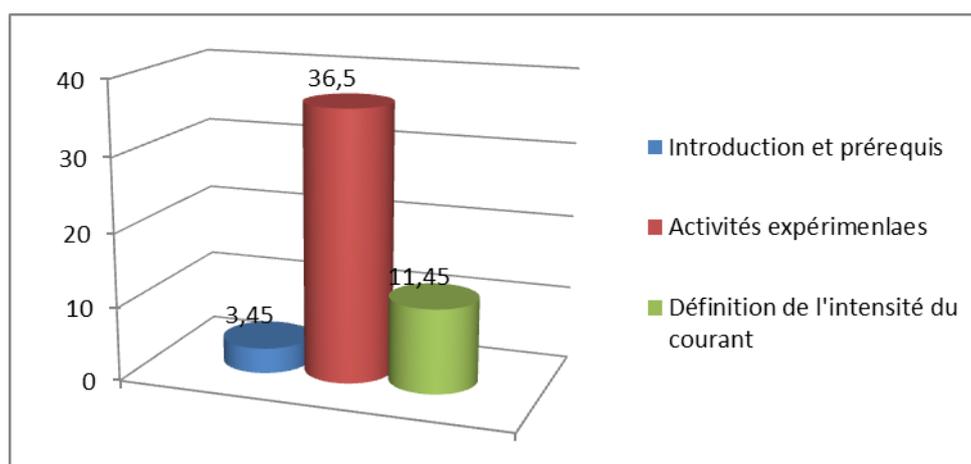
**Graphique 2** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P1

Dans la classe de l'enseignant P2, en revanche, le temps réservé aux activités expérimentales est de 0,5%. Dans cette classe, aucune expérience n'est réalisée. Par contre, le temps réservé à la définition de l'intensité du courant électrique occupe plus de 44% du temps dans la classe. La nature même du travail effectué lors de la phase d'activité expérimentale ne correspond pas à celle prévue dans la fiche de préparation. La tâche effectuée consiste seulement à montrer aux élèves l'image d'un circuit électrique dans un document de physique (Graphique 3).



**Graphique 3** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P2

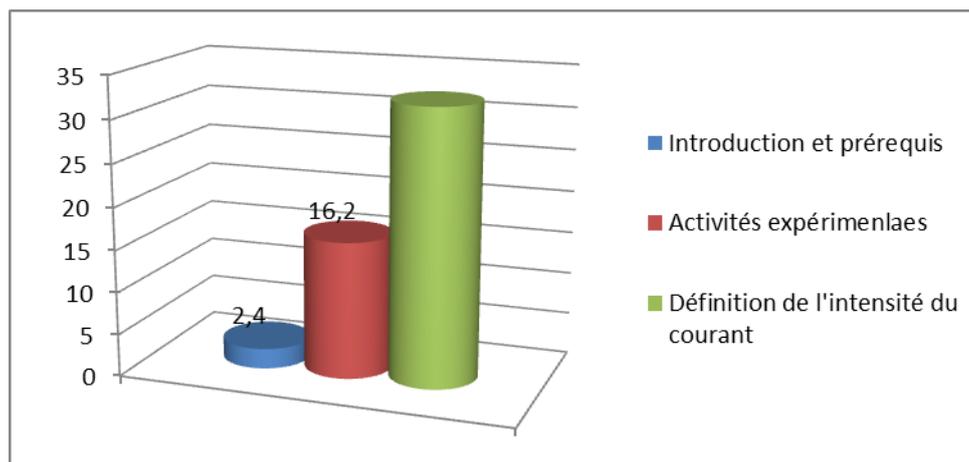
Dans la classe de l'enseignant P3, le travail sur les prérequis/introduction de la séance et sur la définition de l'intensité du courant électrique occupe respectivement 3% et 11% du temps dans la classe. Cependant, le travail sur les activités expérimentales occupe plus de 36%. Pendant cette phase expérimentale, l'enseignant P3 propose un travail entièrement individuel en montrant aux élèves quelques matériels dont il dispose mais sans réaliser de montage électrique. Les tâches prévues dans sa fiche de préparation s'en trouvent totalement modifiées. Dans la phase expérimentale, l'enseignant P3 prend entièrement en charge les tâches effectuées en tenant compte du travail collectif avec les élèves (proposer des questions et répondre collectivement) (Graphique 4).



**Graphique 4** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P3

Le travail sur les prérequis/introduction de la séance et sur la définition de l'intensité du courant électrique occupe respectivement 2,5% et 16% du temps de la séance dans la classe de l'enseignant P4. A contrario, le travail sur l'activité expérimentale occupe plus de 30% du temps de la séance. Au cours de cette phase, le travail entièrement individuel porte essentiellement sur les tâches prévues dans l'analyse a priori de la fiche de préparation de l'enseignant P4, même si elles sont légèrement modifiées. Dans la phase expérimentale,

l'enseignant P3 prend entièrement en charge les tâches prévues sans prendre en compte le travail collectif avec les élèves (Graphique 5).



**Graphique 5** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P4

Quant au travail collectif dans la réalisation du montage électrique, il n'intervient que chez l'enseignante P1 après son travail individuel. Après un montage électrique (allumer une lampe), l'enseignante P1 invite quelques élèves devant le tableau noir afin que chacun d'eux propose un montage au reste de la classe. Durant cette phase de travail collectif, une place importante est laissée aux élèves pour allumer une lampe. Par exemple, à l'issue d'une expérience où il s'agit de faire en sorte que l'une des lampes brille plus fort et que l'autre brille moins fort pour ensuite définir la notion de l'intensité du courant, l'enseignante P1 insiste sur le nombre de batteries qu'ils ont utilisé. [P1 : « au niveau du culot et l'autre sur le plot de l'ampoule pour permettre à l'électricité de s'allumer. C'est exactement ce que nous avons fait en classe de quatrième et nous avons fait maintenant en classe de troisième pour montrer que voilà un circuit électrique qui s'allume normalement avec une batterie. Et si on essaie de voir avec le cas de votre collègue, il avait pris deux batteries et pour allumer son ampoule électrique et l'autre avait pris seulement une batterie »]. Dans les classes des enseignants P2, P3 et P4 en revanche, les phases de travail collectif correspondent seulement au cas des tâches simples, comme répondre aux questions posées. En revanche, pour des tâches plus difficiles, le traitement est essentiellement réalisé par l'enseignant, les élèves n'ayant qu'à observer ce qu'il fait seul, écouter ce qu'il dit et recopier ce qu'il écrit au tableau.

Les caractéristiques des déroulements semblent ainsi renforcer celles des fiches de préparation des enseignants : l'importance donnée au travail sur la réalisation collective avec les élèves proposée par l'enseignante P1, ainsi que l'effort de faire le lien entre le monde des objets/phénomène et celui des théories/modèles qui se retrouve à la fois dans l'organisation de sa fiche de préparation et dans la nature du travail réalisé en classe.

Il nous semble que la comparaison des fiches de préparation et des déroulements des séances des quatre enseignants nous conduit à penser que la pratique expérimentale de l'enseignante P1 est a priori plus favorable que les autres pour mener aux apprentissages visés chez les élèves.

### ***8.1.2 Analyse du déroulement des séances***

Cette analyse a pour objectif de décrire le déroulement des séances selon les composantes cognitive et médiative afin de reconstituer les logiques d'actions des enseignants. Nous étudions les différentes interventions des enseignants, les consignes données, pour déduire les activités des élèves. Autrement dit, nous observons et étudions pendant le déroulement de la séance, les actions des enseignants (par exemple, leurs interventions, ...) et la verbalisation de ces actions (par exemple, leurs consignes, ...) afin de déduire les activités des élèves.

Dans les tableaux 20, 21, 22 et 23, nous repérons les différentes phases dans la séance, les épisodes organisateurs de chaque phase, leurs durées, l'organisation de la classe, la répartition des tours de paroles et les dimensions repérées, en référence à la double approche didactique et ergonomique. Cette double approche propose de considérer les pratiques enseignantes comme constituées de cinq (5) composantes entre autres cognitive et médiative qui nous sont accessibles au cours des séances observées. Ces deux composantes visent à caractériser les activités possibles que l'enseignant suscite chez les élèves. En ce qui concerne le choix possible de ces deux composantes dans les tableaux suivants (20, 21, 22 et 23), nous avons utilisé des critères pour les distinguer. Pour ce qui concerne la composante cognitive, elle nous permet de renseigner les tâches prévues par les élèves lors des séances ainsi que le contenu du savoir mis en jeu. En revanche, la composante médiative nous permet de regrouper les choix d'organisation du travail des élèves dans la classe ainsi que l'aide procurée par l'enseignant pendant le déroulement de la séance (Robert, 2008).

#### **a. Déroulement de la séance de P1**

Pour décrire la séance effective mise en œuvre par l'enseignante P1 et construire le tableau 20, nous nous appuyons sur le synopsis construit à partir des données audio et vidéo (Annexe 5). Le tableau 20 montre que la séance est constituée d'une suite d'épisodes dans les cinq phases avec deux réalisations d'activités expérimentales. Si nous examinons la séance dans son ensemble, il y a plus d'interactions verbales dans la construction du savoir entre l'enseignante P1 et les élèves (durée 37mn08s), où nous dénombrons 78 tours de paroles. La séance semble caractérisée par des objectifs de construction du savoir mis en jeu pendant la séance dont les tâches identifiées, servant comme supports permettant d'atteindre ses objectifs.

Phases	Episodes	Organisation de la salle	Temps	Nbre de Tdp	Composante
<b>Ph.1 :</b> Introduction de la séance	<b>Ep.1 :</b> Accueil et présentation / salutation et mots de bienvenue.	Exposition par l'enseignante et les élève assis	01:20	<b>P1 :</b> 01 <b>E :</b> 00 <b>Els :</b> 02	Cognitive
<b>Ph.2 :</b> Prérequis/ préparation de la leçon	<b>Ep.1 :</b> Annonce du titre de la leçon du jour.	Construction collective entre l'enseignante et les élèves	04:04	<b>P1 :</b> 14 <b>E :</b> 09 <b>Els :</b> 03	Cognitive et médiative
<b>Ph.3 :</b> Activités expérimentales	<b>Ep.1 :</b> Introduction de la première partie du chapitre (intensité du courant).	Construction par l'enseignante et les élèves	01:00	<b>P1 :</b> 27 <b>E :</b> 17 <b>Els :</b> 05	Cognitive et médiative
	<b>Ep.2 :</b> Réalisation d'une activité expérimentale relative à l'intensité du courant électrique.	Travail collectif entre enseignante et les élèves	06:05		Cognitive et médiative
	<b>Ep.3 :</b> Définition et caractéristiques de l'intensité du courant.	Enseignante et les élèves	19:28		Cognitive et médiative
<b>Ph.4 :</b> Réponses aux questions		Poser des questions à l'ensemble de la salle	00:20	Cognitive et médiative	
<b>Ph.5 :</b> Liaison avec la tâche suivante		L'enseignant s'assure que l'ensemble de la salle a compris : chronogenèse	00:33		

**Tableau 20 :** répartition temporelle (minutes et secondes) des phases et épisodes pour **P1**

### ***Phase 1, épisode 1 :***

Avant de commencer la séance, l'enseignante P1 a fait le choix de structurer son tableau noir et demande aux élèves de reprendre leurs cahiers de cours. Ensuite, elle interroge les élèves pour s'assurer que tout le monde a bien passé le week-end.

### ***Phase 2, épisode 1 :***

L'enseignante P1 annonce le titre de la leçon du jour. Elle commence par vérifier et contrôler les cahiers des élèves. Elle écrit le titre de la leçon au tableau. Elle propose aux élèves un contrôle des connaissances en commençant par les interroger sur ce qu'ils ont vu pendant la séance précédente. Ensuite, elle interroge les élèves sur le circuit électrique.

2	<b>P</b> : Qu'appelle-t-on un circuit électrique ? Ou qu'est-ce qu'un circuit électrique ?
	<i>[E1 répond qu'un circuit électrique est une chaîne d'unité des dipôles qui comportent au moins un générateur]</i>
	<i>[P demande aux élèves s'ils sont d'accord à la réponse donnée par leur camarade].</i>
3	<b>P</b> répète la réponse proposée par <b>E1</b> .
	<i>[P demande aux élèves si quelqu'un a une autre définition concernant les circuits électriques].</i>
4	<b>E2</b> : un circuit électrique c'est lorsque ce circuit comporte au moins un générateur.
	<i>[P reprend la réponse donnée par l'élève E2].</i>

### ***Phase 3, épisode 1 :***

L'épisode 1 de cette phase 3 est réservé à un travail introductif de la première partie du chapitre annoncé par l'enseignante P1. Avant d'aborder la définition de l'intensité du courant électrique, l'enseignante P1 propose de réaliser une activité expérimentale dans un premier temps. Ce choix permet de tracer l'itinéraire cognitif de l'activité de l'enseignante P1. Elle invite aussitôt un élève à proposer une expérience simple (allumer une ampoule) qu'il vient réaliser au bureau. Après que l'élève a terminé son expérience, l'enseignante P1 exprime l'information selon laquelle, pour qu'une lampe s'allume, il faut que les deux bornes de la lampe soient en contact avec les deux bornes de la pile. Le circuit est alors fermé (la lampe s'allume) mais si la chaîne de conducteurs est interrompue, le circuit est ouvert. C'est une tâche qui nécessite dans son exécution des connaissances antérieures déjà vues précédemment en classe de quatrième. L'activité effectuée dans cet épisode est réalisée à travers des interventions individuelles de l'enseignante P1. Pendant cet épisode, les interventions de l'enseignante P1 portent bien sur le savoir visé.

Enfin, l'enseignante donne consigne aux élèves de schématiser le circuit électrique ainsi déduit à partir de l'expérience.

**Phase 3, épisode 2 :**

Dans cet épisode, l'enseignante P1 et certains élèves proposent de réaliser une activité expérimentale sur l'intensité du courant. A ce stade, l'enseignante P1 montre aux élèves quelques matériels permettant la réalisation de son expérience (une pile, des fils conducteurs, une ampoule, ...).

	<i>[P montre aux élèves quelques matériels permettant la réalisation d'une expérience]</i>
30	<b>P</b> : nous avons, une pile, un fil conducteur et une ampoule
31	<b>P</b> : premièrement, on va commencer par ceux qui ont amené une pile qu'ils passent faire cette expérimentation.

Aussitôt, elle branche l'ampoule aux bornes de la pile pour que celle-ci s'allume. C'est vraiment une activité attendue par les élèves à travers cette tâche, car ces derniers étaient impressionnés du résultat de l'expérience présentée par l'enseignante P1. Cette dernière demande alors aux élèves s'ils ont amené chacun une pile. Quelques élèves ont répondu favorablement à la demande de l'enseignante P1. Celle-ci incite l'ensemble des élèves qui ont amené leur pile à venir un par un devant le tableau noir expliquer leur montage électrique. Aussitôt, l'élève E9 passe au tableau pour proposer un montage électrique. Il est assisté de l'enseignante P1. Deux autres élèves, ayant utilisé leurs matériels personnels, effectuent chacun une expérience pertinente. Ils effectuent un montage composé d'une pile, d'une lampe et de fils conducteurs. Après les observations, le montage ainsi effectué a véritablement impressionné les autres élèves. Après avoir terminé son expérience, l'élève E9 se justifie en précisant qu'il l'a déjà expérimenté à la maison avant de venir en classe.

	<i>[P demande aux élèves s'ils ont une pile]</i>
32	<b>Els</b> : oui madame
	<i>[P invite un élève au tableau pour montrer comment on peut faire le montage]</i>
	<i>[E9 assiste le professeur dans l'expérimentation]</i>
	<i>[P demande à E9 d'expliquer comment il a fait pour allumer la lampe dans cette expérimentation]</i>
33	<b>E9</b> : bonjour la salle !
34	<b>Els</b> : bonjour !
35	<b>E9</b> : j'ai fait une expérience à la maison : j'ai pris la batterie, j'ai pris deux batteries, j'ai pris le contact et j'ai essayé d'associer la borne et j'ai le résultat

Par ailleurs, l'enseignante intervient de temps en temps auprès de ces jeunes quand ils sont en difficulté dans la réalisation des tâches et prend une partie en charge dans la réalisation de ce

circuit (Figure 1). Elle le fait pour avancer le temps didactique (chronogénèse) selon la raison évoquée par l'enseignante P1 lors de notre entretien *post*.



**Figure 29** : l'élève E9 propose un montage électrique et assisté de l'enseignante P1

Nous notons de nouveau une aide productive de nature expérimentale apportée par l'enseignante P1 afin de permettre à ces élèves l'exécution de la tâche relative au montage d'un circuit électrique. Les activités effectives de l'enseignante P1 et des élèves dans cet épisode résident dans l'exploitation des connaissances antérieures pour la recherche d'une relation entre les différents types de montage dans un circuit électrique.

17	<b>P</b> pose la question aux élèves : quels sont les types de montages d'un circuit électrique ?
18	<b>E7</b> répond : nous avons deux types de montage d'un circuit électrique.
19	<b>P</b> répète la réponse de l'élève et demande à nouveau les élèves. Alors premier montage ?
20	<b>E8</b> : nous avons le montage en série
21	<b>P</b> demande : le deuxième montage ?
22	<b>E9</b> : le montage en dérivation.
23	<b>P</b> : demande aux élèves, qui peut lui donner un aperçu générale sur un circuit série ? c'est-à-dire lorsqu'on parle d'un montage en série, on veut parler de quel montage ? ou bien les appareils sont comment dans un montage en série ?
24	<b>E10</b> : dans un montage en série, les appareils sont alignés les uns après les autres.
25	<b>P</b> : dans un montage en série, les dipôles se montent les uns ou après les autres.
26	<b>P</b> : qu'on est-il avec le montage en dérivation ou en parallèle ? Le montage en dérivation si vous voulez ? ou bien comment les appareils se montent dans un montage en dérivation ?

27	<b>E11</b> : le montage en dérivation se fait par les récepteurs se montent en dérivation d'un récepteur soit d'un générateur placé pour circuler le courant.
28	<b>P</b> : dans un montage en dérivation, les appareils. Exemple, l'installation d'un circuit dans une maison. Les récepteurs sont montés en dérivation. Maintenant pour le circuit série, on peut donner un exemple, l'installation d'un circuit électrique dans une maison concernant les guirlandes. En ce qui concerne les guirlandes, les ampoules ou les récepteurs sont montées les unes après les autres.

Le temps réservé à la phase d'activité expérimentale est d'environ 26mn33s (soit pratiquement 39%) de la durée totale de la séance. Ainsi, l'activité de l'enseignante P1 se conforme avec les objectifs du programme qui recommandent le recours à l'étude expérimentale telle que prescrite dans le programme scolaire en Centrafrique. Cette répartition chronologique semble logique du fait que la phase expérimentale se réduit à un simple montage électrique consistant à faire allumer une lampe électrique. Nous notons que l'organisation de la classe lors de cette phase est répartie entre l'enseignante P1 et ses élèves.

Par conséquent, la classe a rencontré le savoir « intensité du courant électrique et sa mesure », mais rien ne nous permet d'affirmer que les élèves ont construit ce savoir. L'enseignante P1 a mis la classe dans des conditions permettant l'étude du savoir en jeu.

Nous avons constaté que la classe est surchargée, les élèves sont assis sur des table-bancs (par trois), ce qui justifie que les élèves ne peuvent pas travailler en groupe. L'enseignante P1 fait le choix d'inviter tour à tour quelques-uns dans la réalisation des différentes tâches proposées. Ces interventions s'étalent jusqu'à la prise en charge de certaines tâches, essentiellement d'ordre expérimental et théorique. Les échanges collectifs sont généralement déclenchés suite à une prise d'initiative de la part de l'enseignante P1, qui prend en charge d'une manière continue la mise au point des tâches à faire par l'élève invité devant le tableau, 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 marquée par des interventions fréquentes de l'enseignante P1, agissant sur le contenu des activités qui devraient être déployées par l'élève où nous attendons une grande autonomie de celui-ci et des aides d'orientation de la part de cette dernière.

	<i>[P invite l'autre à venir devant expliquer son montage avec une batterie]</i>
40	<b>E10</b> : bonjour la salle !
41	<b>Els</b> : bonjour monsieur !
	<i>[E10 se présente à ses camarades de classe]</i>

42	<b>E10</b> : pour réaliser cette expérience, j'ai utilisé seulement trois objets, ampoule électrique, des fils électriques et un générateur. Pour ce fait, j'ai pris un fil électrique relié avec borne positive de l'ampoule et l'autre connecté avec borne négative de l'ampoule et j'ai connecté ça avec la batterie comme vous pouvez le constater ici c'est ça. J'ai seulement pris donc là c'est la borne négative, ça c'est la borne positive, ça c'est le fil électrique, j'ai seulement connecté avec borne positive de la batterie et l'autre fil et ça marché
43	<b>P</b> : voyons encore une autre expérience. Tout à l'heure, nous avons constaté que si on essaie de brancher les générateurs là, si on prend une pile, l'ampoule s'allume moyennement et si on prend deux aussi, ça augmente et si on augmente trois ampoule, trois pile plutôt veut dire trois batteries, on essaie d'associer avec les piles électriques, et si on essaie d'allumer les ampoules vous allez voir que l'éclat est très vif.
	<i>[E11 assiste le professeur dans la vérification du montage effectué par le professeur]</i>
	<i>[P invite E11 de venir faire la même expérience avec trois piles]</i>
44	<b>E11</b> : je vais réaliser cette expérience avec des ampoules, avec des fils électriques que vous le voyez derrière. J'ai fait ça avec quelques piles parce que j'ai fait quelques expériences et j'ai constaté que si c'est à trois piles, l'ampoule s'allume très fort mais si c'est à deux piles, l'ampoule s'allume moins fort. Et j'ai constaté une expérience où j'ai ajouté un monteuse avec ces deux ampoules rouges là, on va faire allumer ce monteuse et avec seulement les deux ampoules rouges. Ça veut dire que le monteuse consomme plus de courant que les ampoules
	<i>[P remercie l'élève pour son expérimentation]</i>
45	<b>P</b> : on dit que si on essaie de brancher aux bornes d'un générateur, un générateur avec une ampoule électrique, vous allez voir que l'éclat de la lumière est moins intense, si on essaie d'ajouter d'autre générateur, l'éclat est très vif.
	<i>[P invite les élèves de prendre leur crayon afin d'expérimenter et commence à schématiser le montage en donnant le nom de chaque élément qui le constitue]</i>
	<i>[P fait deux schémas du montage l'un avec un générateur, l'éclat est faible et le courant est moins intense et l'autre avec deux générateurs, l'éclat est vif et le courant est intense].</i>
46	<b>P</b> : d'après cette expérience, on peut dire qu'une lampe éclaire normalement si l'intensité du courant qui la traverse est suffisante.

L'enseignante P1 essaie d'orienter fortement les réponses des élèves. L'aide apportée aux élèves témoigne d'une composante médiative. Pendant les phases de la réalisation des montages, elle prend du temps, elle contrôle tous les montages expérimentaux, n'accordant que peu d'autonomie aux élèves et privilégie des aides procédurales. Ce choix est cohérent avec la construction du savoir qu'elle semble avoir de ses tâches, présenter aux élèves le plus d'aspects possibles du savoir enseigné pour qu'ils comprennent (une action cognitive).

### **Phase 3, épisode 3 :**

Dans l'épisode 3 de cette phase, qui se rattache à la définition et aux caractéristiques de l'intensité du courant, l'enseignante P1 demande aux élèves la définition de l'intensité du courant en se servant des activités expérimentales ainsi réalisées. Elle présente aux élèves un ampèremètre préfabriqué par un des élèves. Nous rappelons que ce dispositif n'existe pas *a priori* dans l'établissement. Les activités des élèves dans cet épisode sont liées aux questions

fréquentes de l'enseignante P1 qui portent essentiellement sur les types de montages possibles, la relation mathématique permettant de dégager la valeur de la section et de l'unité du temps à partir des formules. C'est une adaptation du type A2 que nous avons identifiée dans l'analyse *a priori* de la fiche de préparation de l'enseignante P1. Les interventions de l'enseignante P1, à travers des explications qui facilitent la tâche du calcul de la valeur de l'intensité du courant (composante médiative), permettent aux élèves de s'engager immédiatement dans la tâche, sans qu'elles modifient l'activité des élèves qui pourrait être engendrée par cette tâche.

### b. Déroulement de la séance de P2

Pour décrire la mise en œuvre par l'enseignant P2 et construire le tableau 21, nous nous appuyons sur le synopsis de la séance (Annexe 6).

La séance est constituée d'une suite logique des épisodes dans les six phases ne contenant aucune réalisation d'activités expérimentale. Si nous examinons la séance dans son ensemble, il y a davantage d'interactions verbales dans la construction du savoir entre l'enseignant P2 et les élèves (durée 01h31mn08s), où nous dénombrons 163 tours de paroles. La séance semble caractérisée par des objectifs de construction du savoir mis en jeu pendant la séance dont les tâches identifiées, servant comme supports permettant d'atteindre ou pas ses objectifs.

Phases	Episodes	Organisation de la salle	Temps	Nbre de Tdp	Composante
<b>Ph.1 :</b> Introduction de la séance.	<b>Ep.1 :</b> Salutation et mots de bienvenue.	Individuel par l'enseignant	00:30	<b>P2 :</b> 01 <b>E :</b> 00 <b>Els :</b> 02	Cognitive
<b>Ph.2 :</b> Prérequis/préparation de la leçon	<b>Ep.1 :</b> Annonce du titre de la leçon du jour.	Individuel par l'enseignant	02:00	<b>P2 :</b> 34 <b>E :</b> 23 <b>Els :</b> 00	Cognitive
	<b>Ep.2 :</b> Les éléments qui constituent un circuit électrique.	L'enseignant et avec certains élèves	01.45		Cognitive et médiative
	<b>Ep.3 :</b> Le sens conventionnel d'un circuit électrique.	L'enseignant seul au tableau	01.35		Cognitive

	<b>Ep.4</b> : Les différents types de montages d'un circuit électrique.	L'enseignant et avec certains élèves	02.25		Cognitive et médiative
	<b>Ep.5</b> : La tension d'un courant électrique.	L'enseignant seul au tableau	01.30		Cognitive
	<b>Ep.6</b> : Exercice d'application.	Elève au tableau et l'enseignant l'assiste	02.20		Cognitive et médiative
<b>Ph.3</b> : Activités théoriques.	<b>Ep.1</b> : Introduction de la première partie du chapitre (intensité du courant).	L'enseignant et avec certains élèves	01:55	<b>P2</b> : 38 <b>E</b> : 04 <b>Els</b> : 02	Cognitive et médiative
	<b>Ep.2</b> : Travail sur le chapitre et sa compréhension.	L'enseignant et avec certains élèves	17:58		Cognitive et médiative
	<b>Ep.3</b> : Application des formules.	Elève au tableau et l'enseignant l'assiste	24:57		Cognitive et médiative
<b>Ph.4</b> : Activités expérimentales	<b>Ep.1</b> : Production de schéma d'un circuit électrique (Intensité du courant électrique).	Elève au tableau et l'enseignant l'assiste	09.55	<b>P2</b> : 38 <b>E</b> : 17 <b>Els</b> : 07	Cognitive et médiative
	<b>Ep.2</b> : Production de schéma d'un circuit électrique (Tension du courant électrique).	Elève au tableau et l'enseignant l'assiste	47.50		Cognitive et médiative

<b>Ph.5</b> : Réponses aux questions	Poser des questions à l'ensemble de la salle	00:15	Cognitive et médiative
<b>Ph.6</b> : Liaison avec la tâche suivante	L'enseignant s'assure que l'ensemble de la salle a compris : chronogénèse	00:24	

**Tableau 21** : répartition temporelle (minutes et secondes) des phases et épisodes pour **P2**

**Phase 2, épisodes 1, 2, 3 et 4 :**

Ensuite, il complète, en proposant l'ampèremètre et le voltmètre, etc.

Pendant la phase 2, l'enseignant P2 veut s'assurer qu'une partie de la leçon du jour a été déjà abordée en classe précédente sous forme d'évaluation de connaissances antérieures des élèves. Pour ce faire, il pose un certain nombre de questions aux élèves. Les élèves répondent aux questions posées par l'enseignant P2. Pour commencer, l'enseignant P2 demande aux élèves : « qu'appelle-t-on un circuit électrique ? » ou « qu'est-ce qu'un circuit électrique ? » Un élève répond à la question en proposant qu'un circuit électrique soit une chaîne d'unités de dipôles qui comporte au moins un générateur. Ensuite, P2 demande aux élèves si quelqu'un a une autre définition à énoncer concernant les circuits électriques. Un autre élève propose qu'un circuit électrique, c'est lorsque ce circuit comporte au moins un générateur. A partir des réponses proposées par les deux élèves, l'enseignant P2 demande à la classe de proposer les éléments qui constituent un circuit électrique. Un autre élève propose le générateur et la pile. L'enseignant P2 réagit en soulignant aux élèves que le générateur et la pile jouent le même rôle. Un autre élève complète en proposant, un interrupteur, un condensateur, le récepteur, ... L'enseignant P2 demande à l'élève qui a proposé une réponse de parler à haute voix pour permettre à ses camarades de comprendre sa proposition. Mais certains constats révèlent que certaines questions posées ne sont pas comprises par l'ensemble de la classe.

7	<b>P2</b> : quels sont les éléments d'un circuit électrique ?
8	<b>E3</b> : les éléments d'un circuit sont : le générateur et la pile.
9	<b>P2</b> : le générateur et la pile ce n'est pas la même chose ? Le générateur, le fil et ...
10	<b>E3</b> : un interrupteur, condensateur, le récepteur, ...
11	<b>P2</b> : tu dois parler à haute voix, car les autres ont du mal à t'écouter. ... le récepteur, quoi encore ?
12	<b>E4</b> : l'interrupteur, le récepteur.
13	<b>E5</b> : les éléments qui constituent un circuit, nous avons, le générateur, l'ampèremètre.
14	<b>P2</b> : nous avons quoi encore ? L'ampèremètre et le voltmètre, ... Ça veut dire que tous ces dipôles constituent ce qu'on appelle un circuit électrique.

Puis, l'enseignant P2 demande aux élèves : « comment peut-on reconnaître le sens conventionnel d'un circuit électrique ? » Il leur rappelle que le sens conventionnel d'un circuit électrique est déjà enseigné en classe de quatrième. L'enseignant repose une fois de plus la question à la classe. Un élève répond en proposant qu'on reconnaisse le sens conventionnel d'un circuit électrique lorsque le courant passe de la borne positive vers la borne négative. L'enseignant P2 apporte alors une aide aux élèves en proposant la réponse selon laquelle on reconnaît le sens conventionnel d'un circuit électrique par les bornes du générateur : « Parce que le générateur comporte deux bornes : nous avons la borne positive et la borne négative. Et le sens conventionnel du courant va de la borne positive vers la borne négative. Parce que chaque appareil a deux bornes ou chaque dipôle d'un circuit électrique comporte deux bornes, borne positive, borne négative. Et le sens va de la borne positive vers la borne négative. » L'enseignant P2 pose alors une nouvelle question aux élèves : « quels sont les types de montages d'un circuit électrique ? » Un élève répond qu'il y a deux types de montage d'un circuit électrique, montage en série et montage en dérivation. P2 demande aux élèves de lui proposer un aperçu général sur un circuit série et un en dérivation. Un autre élève énonce que dans un montage en série, les appareils sont alignés les uns après les autres. L'enseignant P2 lui apporte un soutien en proposant que, dans un montage en série, les dipôles se montent les uns ou après les autres. Un autre élève avance que le montage en dérivation se fait par les récepteurs et se montent en dérivation d'un récepteur soit d'un générateur placé pour faire circuler le courant.

P2 pose une nouvelle question aux élèves : « comment peut-on connaître la tension d'un courant électrique ? » Un élève lui répond qu'on peut connaître la tension d'un courant électrique à l'aide d'un voltmètre. L'enseignant P2 reprend la même question pour l'intensité du courant électrique. Un autre élève propose qu'on mesure l'intensité du courant électrique par l'ampèremètre. Puis, l'enseignant P2 demande aux élèves : « comment peut-on faire pour réaliser un circuit électrique ? » Pour répondre à cette question, un élève lui propose qu'il suffise de mesurer la tension aux bornes du générateur.

Dans cette phase, bien que l'enseignant engage ses élèves dans une activité en relation avec les dimensions cognitive et médiative, répondant à la première tâche de contrôle de connaissance tel que nous l'avons présenté dans l'analyse à priori de sa fiche de préparation. L'activité des élèves réside dans des interventions individuelles, en réponse à des questions posées par l'enseignant, à propos des connaissances déclaratives élaborées précédemment : définition de circuit électrique et les éléments qui le composent. Certaines de ses questions ne sont pas correctement comprises par les élèves et P2 est obligé de donner plus d'explications supplémentaires pour réorienter la question permettant une meilleure compréhension.

### *Phase 3, épisodes 1, 2 et 3 :*

Finally, the teacher P2 announces to the students the title of the course on electrical measurement in direct current. He then asks the students to open their notebooks and recall the date of the day. Then, the teacher P2 enunciates the definition of an electrical circuit. For the teacher P2, an electrical circuit is constituted of one or several generators, of one or several receivers connected to each other by connection wires. He reminds the students the role of the ammeter in the measurement of the intensity of the electrical current. The teacher P2 did not plan to carry out an experimental activity (lack of required materials). He did not ask the students if some of them had the recovery materials of the apparatuses such as the teacher P1 did. In the absence of these materials, the teacher P2 shows the students a photo of an ammeter in a document. He then evokes the difference between an ammeter and a voltmeter.



**Figure 30 :** l'enseignant P2 montre aux élèves la photo de l'ampèremètre

60	<b>P :</b> pour connaître l'intensité du courant électrique, il faut utiliser l'ampèremètre.
61	<b>P :</b> en principe, on devrait montrer l'appareil. Mais il n'existe pas.
	<i>[P montre la photo d'un ampèremètre dans un document et décrit l'ampèremètre].</i>
62	<b>P :</b> la différence entre un ampèremètre et un voltmètre. L'ampèremètre est symbolisé par la lettre A.
63	<b>P :</b> un ampèremètre est un appareil qui sert à mesurer l'intensité du courant électrique. Son unité est l'ampère symbolisé par A.
	<i>[P demande aux élèves s'ils ont des questions concernant la définition].</i>

Au cours de cette phase, l'enseignant P2 a choisi proposer aux élèves un exercice à traiter. Il invite cependant un élève au tableau de venir résoudre le problème. Bien que l'enseignant P2 invite l'élève au tableau, il n'a pas donné la possibilité à l'élève invité ou aux autres élèves de la classe de proposer une démarche à suivre. Il donne l'impression aux élèves que la meilleure façon de traiter un exercice de physique, c'est de maîtriser les formules par cœur.

	<i>[P2 demande aux élèves s'ils vont utiliser la première ou la deuxième formule ? il invite un élève au tableau pour traiter l'exercice].</i>
76	<b>E22</b> : moi monsieur.
	<i>[E22 écrit au tableau sous dictée du professeur].</i>
	<i>[P2 invite les autres élèves à prêter leur attention afin de comprendre l'exercice].</i>
	<i>[P2 rappelle aux élèves que la maîtrise des formules est un moyen indispensable pour traiter des exercices].</i>

L'enseignant P2 n'a pas suscité la réaction des autres élèves. Il explique tout et les élèves recopient sans poser de questions. De plus, il ne pose aucune question aux élèves afin de vérifier s'ils comprennent bien ses interventions. L'enseignant P2 s'appuie beaucoup sur des relations mathématiques et formules physiques, au détriment des expériences qui pourraient contribuer à la construction du savoir. Malgré les connaissances antérieures principales (comprendre la signification, en termes de phénomène physique des relations mathématiques sous forme de formule physique) attendues des élèves, nous constatons que le passage par les élèves d'un cadre théorique à un cadre expérimental, où l'activité réelle des élèves réside dans l'expérience, est imposé par l'enseignant P2.

#### **Phase 4, épisodes 1 et 2 :**

Pendant la phase 4, notamment l'épisode de production de schéma d'un circuit électrique qui dure 09mn55s, l'enseignant P2 choisit de dessiner un schéma de circuit électrique pour illustrer l'activité expérimentale.

	<i>[P2 schématise le montage au tableau et demande aux élèves de le schématiser dans leurs cahiers].</i>
83	<b>P2</b> : ce circuit comporte combien de dipôle ? Il y'a combien de dipôle qui constitue ce circuit électrique ?
84	<b>E24</b> : il y'a trois dipôles.
85	<b>P2</b> : qui dit mieux ?
86	<b>E25</b> : il y'a deux.
87	<b>E26</b> : il y'a quatre dipôles.
	<i>[P2 demande les autres élèves s'ils sont d'accord avec lui].</i>
88	<b>Els</b> : oui.
89	<b>P2</b> : citer les noms.
90	<b>E27</b> : Interrupteur.
91	<b>E28</b> : nous avons le générateur.

92	<b>E29</b> : nous avons la lampe.
93	<b>E30</b> : nous avons l'ampèremètre.
94	<b>P2</b> : dans ce circuit, nous avons quatre dipôles, nous avons le générateur (c'est le générateur qui fournit un courant électrique), la lampe, l'interrupteur et l'ampèremètre.
95	<b>P2</b> : quel est le rôle de l'interrupteur ?
96	<b>E31</b> : c'est pour allumer la lampe.
97	<b>P2</b> : non
98	<b>P2</b> : c'est l'interrupteur qui commande le courant. C'est lui qui donne l'ordre au passage de courant dans un circuit électrique.
99	<b>P2</b> : est-ce que vous avez compris ?
100	<b>Els</b> : oui monsieur

La réponse « non » de l'enseignant P2 nous interpelle. En principe, cette partie devait être expérimentée ou suffisamment expliquée afin de faciliter la compréhension chez les élèves. Dans ses explications, P2 parle du régulateur sans montrer la photo, ce qui rend difficile la compréhension chez les élèves.

Au cours de cette phase, nous remarquons que l'enseignant P2 schématise l'ampèremètre au tableau : la lettre A symbolise un ampèremètre dans un circuit. Le symbole a deux bornes (borne négative et la borne positive). Aussitôt, il pose la question aux élèves : « ce circuit comporte combien de dipôles ? Il y'a combien de dipôle qui constitue ce circuit électrique ? » Mais nous avons l'impression que les élèves ont du mal à comprendre ce que c'est qu'un dipôle.

88	<b>E24</b> : il y'a trois dipôles.
89	<b>P</b> : qui dit mieux ?
90	<b>E25</b> : il y'a deux.
91	<b>E26</b> : il y'a quatre dipôles.
	<i>[P demande les autres élèves s'ils sont d'accord avec lui].</i>
92	<b>Els</b> : oui.
	<i>[P demande alors aux élèves de citer les noms].</i>
93	<b>E27</b> : Interrupteur.
94	<b>E28</b> : nous avons le générateur.
95	<b>E29</b> : nous avons la lampe.
96	<b>E30</b> : nous avons l'ampèremètre.
97	<b>P</b> : dans ce circuit, nous avons quatre dipôles, nous avons le générateur (c'est le générateur qui fournit un courant électrique), la lampe, l'interrupteur et l'ampèremètre.

### c. Déroulement de la séance de P3

La description de la séance menée par l'enseignant P3 et la construction du tableau 22 s'appuient sur le synopsis (Annexe 7).

La séance est constituée d'une suite logique d'épisodes dans les cinq phases avec expérience de cours. Si nous examinons la séance dans son ensemble, il y a davantage d'interactions verbales dans la construction du savoir entre l'enseignant P3 et les élèves (durée 52mn35s), où nous dénombrons 92 tours de paroles.

Phases	Episodes	Organisation de la salle	Temps	Nbre de Tdp	Composante
<b>Ph.1 :</b> Prérequis	<b>Ep.1 :</b> Contrôle des connaissances antérieures des élèves	L'enseignant évalue	03:45	<b>P3 :</b> 04 <b>E :</b> 01 <b>Els :</b> 02	Cognitive
<b>Ph.2 :</b> Activité expérimentale et théorique	<b>Ep.1 :</b> Introduction de la leçon du jour	L'enseignant le fait seul	02:10	<b>P3 :</b> 51 <b>E :</b> 16 <b>Els :</b> 04	Cognitive
	<b>Ep.2 :</b> Expérience de cours	L'enseignant le fait avec la participation des élèves	34.40		Cognitive et médiative
<b>Ph.3 :</b> Activité théorique	<b>Ep.1 :</b> Définition du courant continu	Les élèves proposent et l'enseignant réoriente	11:45	<b>P3 :</b> 12 <b>E :</b> 04 <b>Els :</b> 02	Cognitive et médiative
<b>Ph.4 :</b> réponses aux questions		Poser des questions à l'ensemble de la salle	00:35	Cognitive et médiative	
<b>Ph.5 :</b> liaison avec la tâche suivante		L'enseignant s'assure que l'ensemble de la salle a compris : chronogénèse	00:10		

**Tableau 22 :** répartition temporelle (minutes et secondes) des phases et épisodes pour **P3**

#### *Phase 1, épisodes 1 :*

La phase 1 porte sur le contrôle des connaissances antérieures indispensables des élèves pour aborder la notion de l'intensité du courant électrique. Cette évaluation est faite sous forme de question réponse et de manière collective entre l'enseignant P3 et les élèves. L'enseignant P3 engage ses élèves dans une activité de rappel de ce qu'ils ont comme connaissances supposées

connues à propos de la différence entre l'énergie cinétique et l'énergie potentielle et il se contente de reprendre la formulation correcte de la différence qui existe entre ces deux grandeurs. Il y a peu d'interventions individuelles des élèves et limitées à quelques éléments, étant donné que l'enseignant P3 n'a pas laissé plus de temps aux élèves de répondre à ses interrogations et le temps accordé à cette phase est bref et les rappels sont succincts.

**Phase 2, épisodes 1 et 2 :**

Dans les deux épisodes de la phase 2, l'enseignant P3 annonce le titre de la leçon du jour qui est l'intensité du courant électrique. Puis, il propose de réaliser une activité expérimentale en se servant de quelques dispositifs expérimentaux tel que c'est prévu dans l'analyse a priori de sa fiche de préparation.



**Figure 31 :** l'enseignant P3 montre aux élèves quelques matériels

Le résultat de l'analyse a priori montre que le souci principal de l'enseignant P3 est d'amener les élèves à réaliser une activité expérimentale leur permettant de comprendre ce que c'est qu'un circuit électrique en courant continu.

P3 montre alors aux élèves un ampèremètre analogique hors service. Il écrit le mot ampèremètre au tableau et décrit l'appareil aux élèves en soulignant qu'il y a des bornes pour permettre de le brancher dans un circuit électrique.

62	<b>P :</b> selon vous quelle est l'unité légale de l'intensité du courant ?
63	<b>E11 :</b> unité légale de l'intensité c'est en volt
64	<b>P :</b> en volt ? Qui dit encore autre chose ? Je répète encore quelle est l'unité légale de l'intensité du courant électrique là ? Oui !
65	<b>E12 :</b> c'est l'ampère monsieur

66	<b>P</b> : c'est ? Ampère. Très bien [ <i>l'enseignant demande aux autres d'applaudir</i> ]
67	<b>P</b> : ok, c'est bon ? Donc voilà l'unité légale de l'intensité [ <i>l'enseignant met dehors une élève qui perturbe</i> ] est l'ampère. [ <i>L'enseignant montre aux élèves un ampèremètre hors service</i> ].
68	<b>P</b> : voilà ! C'est cet appareil-là qui sert à mesurer l'intensité du courant électrique. L'ampèremètre c'est l'instrument.
69	<b>P</b> : donc il a aussi ses sous-multiples qui sont [ <i>P écrit les formules au tableau et demande aux élèves de proposer ces multiples</i> ]

Ensuite, l'enseignant P3 montre aux élèves un interrupteur et interroge les élèves à propos du nom de cet instrument. Plusieurs élèves se manifestent pour répondre à la question posée : « c'est un interrupteur ». L'enseignant P3 écrit le mot interrupteur au tableau. Une fois de plus, l'enseignant P3 présente un autre matériel (une ampoule) qu'il fait observer aux élèves. Il écrit le mot « ampoule » au tableau. Après la présentation de ces deux matériels, l'enseignant P3 attire l'attention de ses élèves qu'il manque le générateur pour construire un circuit électrique. Il explique aux élèves que les piles plates sont des générateurs, puis il écrit le mot « générateur (piles) » au tableau. Il montre aux élèves les fils conducteurs en leur posant la question « comment peut-on les appeler ? » L'ensemble des élèves répond : « les fils conducteurs ». L'enseignant P3 écrit le mot « fils conducteurs » au tableau. Pour conclure, P3 explique aux élèves que tous ces matériels ainsi présentés constituent l'ensemble des éléments formant ce qu'on appelle un circuit électrique.

L'enseignant P3 précise aux élèves qu'ils ne sont malheureusement pas en mesure de réaliser une expérience simple prenant en compte tous ces matériels à défaut de certains d'entre eux. Cependant, l'enseignant P3 dessine le schéma d'un circuit électrique au tableau puis il décrit chaque élément qui le constitue. A partir de ce schéma électrique, l'enseignant P3 pose la question aux élèves : « quelle interprétation donner si l'éclat de la lampe est faible ou intense ? » Un élève propose que si l'éclat est faible, c'est lorsqu'on a un seul générateur et si c'est intense, c'est lorsqu'on a deux générateurs. Pour compléter la réponse proposée par l'élève, l'enseignant P3 précise que si on a un seul générateur, alors l'éclat est faible, c'est-à-dire que la lampe brille faiblement et si on a deux générateurs il y a l'éclat qui est intense, la lampe brille d'une manière forte. L'enseignant P3 attire l'attention des élèves qu'il s'agit donc d'une situation où l'intensité dépend du générateur. Autrement dit, l'intensité du courant dans un circuit électrique, dépend du générateur.

Dans cette phase, nous remarquons que l'enseignant P3 ne cherche pas à relier l'activité expérimentale aux deux schémas qu'il a proposés au tableau. Cependant, il propose aux élèves une logique de travail qui s'appuie sur des discussions sous forme de questions-réponses dont le but est de les amener à comprendre le circuit électrique même si l'expérience

n'est pas réalisée en dépit d'une contrainte matérielle. Nous remarquons de plus à travers les discours de l'enseignant P3, qu'il avait prévu une activité expérimentale pour réaliser un montage électrique, mais les matériels qui sont à sa disposition sont incomplets et ne permettent pas d'adapter les activités expérimentales. Mais cela reste non explicite pour les élèves. En effet, l'enseignant discute avec ses élèves autour de deux situations illustratives de la lampe qui brille fort d'une part, et qui brille moins fort d'autre part. Nous remarquons que les tâches proposées dans la mise en œuvre expérimentale au cours de la séance ne sont pas conformes à celles que nous avons observées dans l'analyse a priori de la fiche de préparation de l'enseignant P3. En effet, l'ensemble de la salle n'arrive pas à allumer une ampoule telle que prévue dans la fiche de préparation. Pendant la phase d'activité expérimentale, l'enseignant P3 procède à un échange de question-réponses avec l'ensemble de la classe en prenant en compte l'absence de matériels pour la réalisation effective du montage électrique.

### ***Phase 3, épisode 1 :***

L'enseignant P3 demande aux élèves de proposer à partir de toutes ces démonstrations, la définition de l'intensité du courant électrique. Un élève énonce que l'intensité du courant est une quantité d'électricité qui passe à l'intérieur du fil et qui va de la borne positive à la borne négative. Pour apporter une aide à l'élève, l'enseignant P3 propose de compléter que l'intensité du courant c'est la quantité du courant qui passe dans un circuit pendant un temps donné. Donc, il faut faire intervenir le temps. L'enseignant P3 écrit la définition de l'intensité du courant au tableau.

Puis, l'enseignant propose de définir ce que c'est qu'un courant continu. L'activité des élèves qui consiste à définir le courant continu dépend du résultat obtenu dans la phase 2. A partir du discours de l'enseignant avec les élèves à propos de la définition du courant continu, nous repérons un manque de précision des termes utilisés. Les élèves confondent la circulation d'un courant électrique avec l'intensité du courant et ils ont du mal à comprendre le pourquoi de « continu ».

79	<b>P :</b> le courant qui s'arrête, le courant qui continu. Je vous ai posé la question tout à l'heure. Ok courant continu.
	<i>[P fait un petit schéma électrique au tableau]</i>
80	<b>P :</b> le circuit comporte un générateur, une ampoule, un interrupteur et un ampèremètre aussi est dans le circuit qui permet de mesurer l'intensité du courant qui circule dans le circuit.
81	<b>P :</b> n'est-ce pas ?
82	<b>Els :</b> oui monsieur
83	<b>P :</b> et c'est la même intensité qui va traverser la pile, qui va traverser l'ampoule et ainsi

	de suite.
84	<b>P</b> : bon, nous avons déjà un circuit fermé, donc le courant va dans quel sens ? De quelle borne à quelle borne ? La circulation d'un courant continu dans un circuit électrique.
85	<b>E17</b> : de la borne négative à la borne positive
86	<b>P</b> : de la borne négative à la borne positive, on est d'accord ?
87	<b>E18</b> : non monsieur
88	<b>E18</b> : de la borne positive à la borne négative
89	<b>P</b> : voilà. Pour toi c'est le contraire. Ça c'est la circulation des électrons. Mais le courant circule de la borne positive pour aller à la borne négative. Voilà la circulation du courant. Ok, lorsque le courant circule, la lampe s'allume. On parle de courant continu.
90	<b>P</b> : alors selon vous, qu'est-ce que le courant continu ? Voilà c'est ça ma question. Qui peut nous dire c'est quoi un courant continu ?
91	<b>E19</b> : le courant continu, c'est lorsque l'interrupteur est fermé et circule de la borne positive à la borne négative.
92	<b>P</b> : oui, le courant circule, le courant circule, n'est-ce pas ? Oui le courant circule. Mais c'est quoi ?

Le recours de l'enseignant P3 au terme « continu », qui n'est pas vérifié par l'étude expérimentale, laisse ambiguë la définition qu'il propose. Nous n'arrivons pas à comprendre si le terme « continu » est pris pour l'enseignant P3 dans le sens d'une quantité de courant qui est constante et qui circule dans un circuit électrique pendant un intervalle de temps donné, ou dans le sens d'une hypothèse explicative du phénomène étudié, à confirmer ou à infirmer par activité expérimentale.

#### d. Déroulement de la séance de P4

La description de la séance menée par l'enseignant P4 et la construction du tableau 23 s'appuient sur le synopsis (Annexe 8).

La séance est constituée d'une suite logique d'épisodes dans les deux phases mais ne contenant aucune activité expérimentale menée par les élèves. La durée de la séance est de 51mn et 43s. Nous avons comptabilisé en tout 164 tours de paroles. La séance semble caractérisée par des objectifs de construction du savoir mis en jeu pendant la séance dont les tâches identifiées, servant comme supports permettant d'atteindre ou pas ses objectifs.

Phases	Episodes	Organisation de la salle	Temps	Nbre de Tdp	Composante
<b>Ph.1</b> : Prérequis et	<b>Ep.1</b> : Introduction de la leçon	L'enseignant le fait seul	02:40	<b>P1</b> : 43 <b>E</b> : 04	Cognitive

introduction de la leçon	<b>Ep.2</b> : Définition du courant électrique	L'enseignant le fait seul	16:20	<b>Els</b> : 20	Cognitive et médiative
<b>Ph.2</b> : Activités expérimentales	<b>Ep.1</b> : Présentation des matériels pour le montage électrique.	L'enseignant le fait avec la participation des élèves	02:30	<b>P1</b> : 57 <b>E</b> : 06 <b>Els</b> : 34	Cognitive et médiative
	<b>Ep.2</b> : Expérience : faire allumer une ampoule	L'enseignant propose le montage avec la participation des élèves	29.53		Cognitive et médiative
<b>Ph.3</b> : réponses aux questions		Poser des questions à l'ensemble de la salle	00:11	Cognitive et médiative	
<b>Ph.4</b> : liaison avec la tâche suivante		L'enseignant s'assure que l'ensemble de la salle a compris : chronogénèse	00:09		

**Tableau 23** : répartition temporelle (minutes et secondes) des phases et épisodes pour **P4**

### **Phase 1, épisodes 1 et 2 :**

La phase 1 est réservée aux prérequis et à l'introduction de la leçon. Avant d'aborder la séance l'enseignant P4 montre déjà aux élèves les objectifs de la leçon. Il écrit le titre de la leçon au tableau en précisant aux élèves que la séance porte sur la notion de l'intensité du courant électrique. L'enseignant P4 indique aux élèves qu'à la fin de la séance, ils seront capables de connaître ce qu'on appelle intensité du courant électrique. Il ajoute qu'ils seront également capables de connaître l'appareil de mesure de l'intensité du courant, de savoir faire le branchement d'un ampèremètre et de connaître les dangers du courant.

Nous remarquons pendant cette phase qui a duré 19mn00sn, que l'enseignant P4 n'a pas assez posé de question aux élèves pour évaluer leurs connaissances antérieures. La seule intervention durant cette phase que nous avons remarquée est faite par l'ensemble de la salle est de répondre « oui monsieur » et celle d'un seul élève « E1 : l'éclat est faible, donc la batterie est déchargée » qui n'est rien qu'une réponse à une question de « P : alors vous allez voir que, ici, que constatez-vous ? Si l'écart est fort et si l'éclat est faible, qu'est-ce que vous dites ? », posée par l'enseignant à propos l'intensité du courant électrique. Cette activité

d'introduction était prévue dans la fiche de préparation de l'enseignant P4. Mais la manière avec laquelle l'enseignant P4 aborde cette activité ne permet justement pas aux élèves de faire le lien avec entre l'objet et le phénomène. Dans les discours de l'enseignant P4, nous remarquons qu'il s'appuie sur un modèle (Courant de l'ENERCA<sup>64</sup>) pour justifier ses interventions.

26	<b>P</b> : ici, [ <i>P montre le schéma 1</i> ] c'est l'intensité du courant qui est faible et [ <i>P montre le schéma 2</i> ] vous avez constatez que l'intensité du courant est ...
27	<b>Els</b> : vif
28	<b>P</b> : L'intensité du courant est forte ici. Donc le courant qui circule ici [ <i>P montre le schéma 2</i> ] a même intensité qu'ici ? [ <i>P montre le schéma 1</i> ]
29	<b>Els</b> : non
30	<b>P</b> : non, c'est différent. Donc, ici [ <i>P montre le schéma 1</i> ] le courant est moins intense et ici [ <i>P montre le schéma 2</i> ] le courant est intense, n'est-ce pas ? C'est ce qui pose le problème de l'ENERCA ? N'est-ce pas ?
31	<b>P</b> : comparer le niveau de courant à partir de 18 heures au quartier GOBONGO et vous comparez à ceux au niveau de l'hôpital général. Qu'est-ce que vous allez constater ? Qu'à partir de 18 heures les ampoules qui sont là-bas au niveau de la ville brillent ...
32	<b>Els</b> : plus fort...
33	<b>P</b> : brillent plus fort, alors ici à GOBONGO, les ampoules sont comment ?
34	<b>Els</b> : faibles

Dans cette phase introductive, les interventions des élèves sont très négligeables. Il en résulte que l'enseignant P4 pose des questions aux élèves et ne laisse pas ces derniers répondre aux questions posées. Il n'a pas pris connaissance des difficultés des élèves à répondre aux questions posées afin de réorienter ses questions. Dans cette phase, qui vise à contrôler les connaissances antérieures des élèves sous forme de prérequis à propos de l'intensité du courant électrique, l'activité réelle des élèves est de répondre aux questions posées par l'enseignant P4. C'est une activité qui répond à une sous tâche T<sub>41</sub> principale identifiée dans l'analyse *a priori* de la fiche de préparation de l'enseignant P4. Dans cette phase, nous remarquons que l'enseignant intervient au niveau cognitif dans l'activité déployée par le seul élève, ce qui n'était pas prévue dans l'analyse *a priori* de sa fiche de préparation. Ainsi, à plusieurs occasions, l'enseignant P4 rappelle que l'intensité du courant est la quantité du courant qui traverse un conducteur par une unité de temps.

42	<b>P</b> : alors, d'après toutes ces expériences ici là, tout ce qu'on a vécu ici là, représente ce qu'on appelle l'intensité du courant. Par ce que lorsque je branche la batterie, nous avons les fils électriques, nous avons l'ampoule et nous avons encore la durée, le temps auquel la batterie va se décharger. N'est-ce pas ? Alors, qu'est-ce qui se passe, qui peut me donner la définition de ce qu'on appelle le courant électrique ? L'intensité du courant électrique ? L'intensité ?
43	<b>E2</b> : l'intensité du courant c'est la quantité du courant qui traverse un conducteur
44	<b>P</b> : c'est la quantité du courant qui traverse un ...

<sup>64</sup> Energie centrafricaine (ENERCA)

45	<b>Els</b> : ...conducteur
46	<b>P</b> : c'est ça exactement.
47	<b>P</b> : l'intensité du courant est la quantité du courant qui traverse un conducteur par une unité de temps. N'est-ce pas par une unité de temps s'appelle quoi ?
48	<b>Els</b> : intensité du courant
49	<b>P</b> : intensité du courant. Donc nous avons ici, la quantité du courant qui traverse le conducteur, le conducteur ici, ce sont des fils, n'est-ce pas ? Le fil c'est un conducteur électrique n'est-ce pas ?
50	<b>Els</b> : oui monsieur
	<i>[P écrit la définition de l'intensité du courant au tableau]</i>
51	<b>P</b> : nous avons la quantité du courant, je souligne, nous avons l'unité de temps, je le souligne, n'est-ce pas ? Y a deux phrases qui sortent ici : la quantité du courant et nous avons, qui traverse une section d'un conducteur ? N'est-ce pas ?
52	<b>P</b> : une section d'un conducteur c'est quoi ? Regardez c'est le fil, n'est-ce pas ? <i>[L'enseignant dessine un fil au tableau]</i> . Dans ce fil, nous avons des isolants ? et après nous avons les sections du fil, n'est-ce pas ? Nous avons les sections du fil : c'est la quantité qui traverse cette section, section d'un conducteur, n'est-ce pas ? Par unité de temps. Il peut avoir que vous allumez et ça ne s'allume pas.

Nous constatons que les interventions de l'enseignant P4 sous forme des aides apportées aux élèves dans cette phase sont productives, du fait qu'elles préparent la tâche de « faire allumer une ampoule électrique » dans la phase suivante.

### **Phase 2, épisodes 1 et 2 :**

Dans cette phase, il s'agit de dans un premier temps de présenter le dispositif expérimental pour le montage d'un circuit électrique et faire allumer une ampoule électrique. Après avoir présenté les matériels, l'enseignant P4 invite les élèves à suivre le montage qu'il a réalisé seul à partir des matériels qu'il s'est lui-même procurés mais sans aucune intervention des élèves. Notons que sur la fiche de préparation de l'enseignant P4, aucune tâche proposée aux élèves relevant de l'activité expérimentale, n'est prescrite, bien que celle-ci contienne en partie, une expérience de cours.

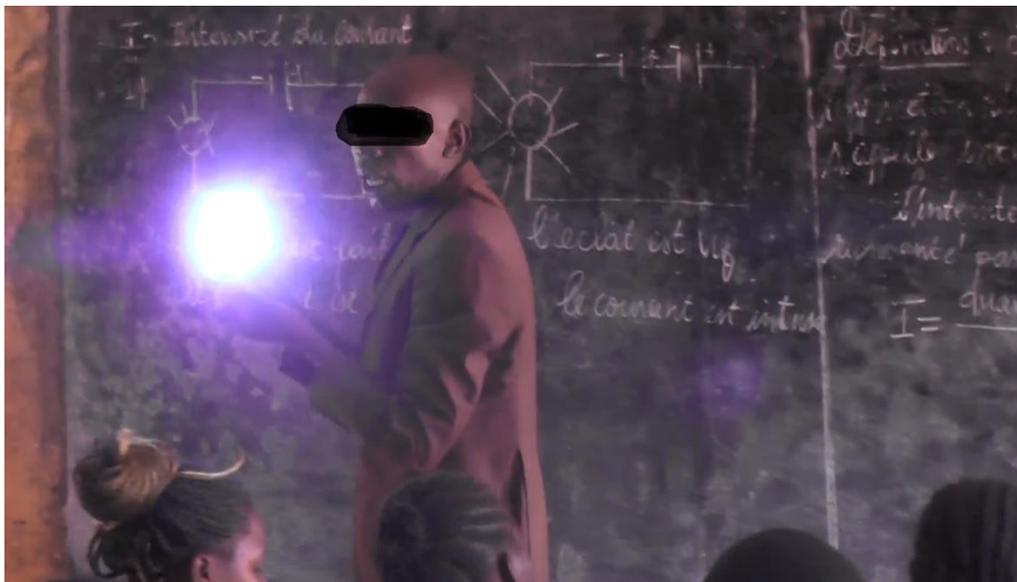
L'enseignant P4 demande aux élèves : « qu'appelle-t-on un circuit électrique ? » L'enseignant P4 propose lui-même aux élèves une réponse selon laquelle un circuit électrique est composé de batterie, de fils électriques, d'une ampoule, etc. P4 propose alors deux schémas de circuit électrique (un circuit série avec une batterie et un circuit série avec deux batteries) au tableau et demande aux élèves quels constats relèvent-ils de ces deux circuits ? Il invite l'ensemble de la salle à mieux observer les deux schémas. L'enseignant P4 explique aux élèves que lorsqu'on branche une ampoule avec la batterie, la lampe s'allume. Il leur demande alors le phénomène qui sera produit si on prend deux batteries, si on les monte en série et si on les branche ? L'ensemble de la salle répond que la lampe s'allume très fort. Ensuite, l'enseignant P4 pose la question aux élèves : »que constatez-vous si l'éclat est fort et

si l'éclat est faible ? » Un élève propose que si l'éclat est faible, la batterie est déchargée. Pour apporter une contribution à la réponse proposée par l'élève, l'enseignant P4 montre les deux schémas du circuit au tableau et invite les élèves à les observer minutieusement. Pour mieux faire comprendre aux élèves ces deux schémas, il propose de comparer le niveau de courant à partir de 18 heures au quartier Gobongo (les ampoules brillent faiblement) et celui au niveau de l'hôpital général (les ampoules brillent fortement).

L'enseignant P4 demande : « qu'appelle-t-on l'intensité du courant électrique ? » Un élève énonce que l'intensité du courant c'est la quantité de courant qui traverse un conducteur. L'enseignant confirme la réponse de l'élève et complète que l'intensité du courant est la quantité du courant qui traverse un conducteur par une unité de temps. Finalement, l'enseignant P4 écrit la définition de l'intensité du courant au tableau et les élèves recopient dans leur cahier.

Puis, l'enseignant P4 montre une batterie d'un téléphone aux élèves et propose de compléter par d'autres matériels pour construire un circuit électrique. Ensuite, il montre une ampoule aux élèves et la branche aux bornes de la batterie. Elle est ainsi allumée. P4 pose la question suivante aux élèves : « si l'ampoule ne brille pas fort c'est-à-dire que l'intensité du courant est comment ? » L'ensemble des élèves répond qu'elle est faible. L'enseignant P4 ajoute encore un élément (une autre batterie) pour illustrer le schéma 2 qu'il a mis au tableau. Il précise alors aux élèves que si c'est une seule batterie, la lampe brille faiblement et que, par contre, elle brille fortement lorsqu'il y a deux batteries. L'enseignant P4 refait son montage seul sur son bureau en invitant les élèves à regarder. A partir de cette expérience présentée seul, il propose de définir le courant continu et il précise que, « c'est un courant qui parcourt même sens. Nous avons deux bornes du courant (côté positif et le côté négatif) ».

Dans ce deuxième épisode de la phase 2, nous remarquons que les activités effectives des élèves ne sont pas conformes à ce qui est prévu dans l'analyse *a priori* de la fiche de préparation de l'enseignant P4. Autrement dit, ces activités même si elles existent devraient être faites par les élèves, mais plutôt par l'enseignant P4 seul. Malgré tout, nous n'avons pas remarqué les aides de l'enseignant P4, qui peuvent apporter une modification au niveau des tâches. L'adaptation du type A2 observé dans l'analyse *a priori* des tâches prévues dans la fiche de préparation de l'enseignant P4 n'est prise en charge par les élèves. Par contre, ici, le rôle de l'enseignant P4 dans l'activité expérimentale (allumer une ampoule) s'est limité à proposer aux élèves des tâches où ils ne sont pas directement acteurs directs. La figure suivante illustre une des activités de l'enseignant P4.



**Figure 32 :** l'enseignant P4 propose aux élèves le montage électrique

Contrairement à la phase de prérequis et d'introduction de la leçon du jour, nous considérons que la durée de temps réservée à la phase d'activité expérimentale est d'environ 29mn53s (soit 57% de l'ensemble de durée de la séance) n'est pas en rapport avec les tâches prévues pour les élèves dans la fiche de préparation de l'enseignant P4. Nous considérons que la durée du temps réservé à cette phase devrait être suffisante pour permettre aux élèves de déployer en toute autonomie une activité réelle dans la séance en dépit d'une contrainte matérielle. Malheureusement, nous remarquons que les tâches des élèves sont limitées à l'observation d'un phénomène électrique présenté par leur enseignant. Nous considérons que la longue durée, dans laquelle l'activité expérimentale est faite, provient des interventions de l'enseignant P4 qui prend en charge toutes les activités qui devraient être de la responsabilité des élèves.

Nous notons que l'adaptation du type A2 n'est pas totalement prise en charge par l'enseignant P4 qui intervient pour montrer comment allumer une lampe permettant aux élèves de déduire la définition de l'intensité du courant électrique à partir de l'expérience qu'il a proposée. Il s'agit donc d'une intervention d'ordre cognitif.

79	<b>P :</b> ampoule ? Alors lorsque je fixe l'autre borne positive, regardez ! je fixe [ <i>P branche l'ampoule aux bornes de la batterie</i> ]
80	<b>P :</b> je le fixe. Borne positive comme y a pas de contact, je le fixe. La borne positive, je le fixe, avec l'autre borne positive de la lampe et lorsque j'allume [ <i>P branche l'ampoule aux bornes de la batterie et la lampe s'allume</i> ]. ça veut dire que j'ai chargé la batterie et la lampe s'allume ?
81	<b>Els :</b> oui monsieur
82	<b>P :</b> si l'ampoule ne brille pas fort c'est-ç-dire que l'intensité du courant est comment ?
83	<b>Els :</b> est faible

84	<b>P</b> : ces mêmes dispositifs que les gens pour dormir avec ça
85	<b>P</b> : ou encore, nous avons ce qu'on appelle ici, beuh, un accumulateur qui peut charger la batterie n'est-ce pas ?
86	<b>P</b> : regardez, j'ai mis et j'ai enlevé la sortie n'est-ce pas ?
87	<b>Els</b> : oui monsieur
88	<b>P</b> : pour ce qui est coupé, l'un est négatif et l'un est
89	<b>Els</b> : positif
90	<b>P</b> : je peux encore compléter ce dispositif. Je vais encore compléter ce dispositif pour le schéma 2. Ici, nous avons une seule batterie [ <i>P montre le schéma 1</i> ] et ici nous avons combien de batterie [ <i>P montre le schéma 2</i> ] ?
91	<b>Els</b> : deux batteries
92	<b>P</b> : monter en ? série...
93	<b>Els</b> : oui monsieur
94	<b>P</b> : c'est-à-dire, je prends le positif, je prends le négatif et j'associe avec l'autre positif et donc ici nous avons plus, moins. Vous ne voyez pas ?
95	<b>Els</b> : oui monsieur
	[ <i>L'enseignant refait son montage seul en invitant les élèves à regarder</i> ]
96	<b>P</b> : nous avons ce dispositif-là, nous avons la batterie n'est-ce pas ? Je prends le plus, j'accroche au moins et je prends le moins et je le mets ici
97	<b>P</b> : attendez, je vérifie mon « power » est-ce qu'il est chargé. S'il n'est pas chargé, ça pose problème
98	<b>P</b> : est-ce que ça s'allume ?
99	<b>Els</b> : non monsieur
100	<b>P</b> : si ça ne s'allume pas, si ça ne s'allume pas, ça signifie quoi ? C'est plus faible ?
101	<b>Els</b> : oui monsieur
102	<b>P</b> : c'est-à-dire que l'intensité du courant est comment ?
103	<b>Els</b> : faible

Cependant, nous remarquons que les aides apportées (par exemple, l'enseignant accompagne les élèves dans leurs réponses aux questions) par l'enseignant P4 sont de nature productive, qui permettent d'orienter les réponses des élèves afin de proposer des bonnes réponses aux questions qui leurs sont posées.

## 8.2 Analyse épistémologique des activités effectives des enseignants

Dans cette section, nous proposons une analyse épistémologique des activités effectives des quatre enseignants en lien avec la nature de la science, sachant qu'elle est envisagée comme le reflet du monde réel, régi par des « lois naturelles » qui, une fois qu'elles sont « découvertes », deviennent les « lois scientifiques ». Dans cette analyse, nous décrivons l'épistémologie des physiciens (des chercheurs) qui ne s'éloignent pas des différents courants de l'épistémologie des enseignants de physique. Pour ne pas confondre ces deux types d'épistémologie, Fourez (2003, p. 81) propose que « la physique d'un chercheur ou d'une chercheuse est régie par d'autres intérêts et principes d'organisation que la physique de

l'enseignement secondaire [...] le monde du cours de physique du secondaire, des chercheurs et des chercheuses, et celui des gens du terrain ne sont pas équivalents. Chacun a son usage et sa performance propre ». Dans notre étude, nous considérons l'épistémologie liée à l'enseignement de l'intensité du courant. Dans cette analyse, nous utilisons la théorie de deux mondes pour caractériser cette épistémologie spontanée des enseignants.

### **8.2.1 L'enseignante P1**

Les résultats de l'analyse des tâches effectives montrent que l'enseignante P1 ne s'appuie pas sur des modèles intuitifs que les élèves pourraient accepter et de les aider à développer ces modèles. Dans la phase expérimentale, un modèle de circuit électrique pouvait être proposé aux élèves, par exemple le modèle à deux composantes : les courants « plus » et « moins » qui vont des bornes de la batterie à l'ampoule où ils se rencontrent et produisent de l'énergie, ce qui allume l'ampoule. Un tel modèle est particulièrement populaire chez les élèves, mais il est pratiquement absent dans les tâches que l'enseignante propose aux élèves. Les résultats montrent que l'introduction de deux schémas du circuit électrique a créé une surprise pour les apprenants car un grand nombre de processus sont impliqués dans les tâches proposées. Le montage électrique réalisé collectivement par l'enseignante P1 et ses élèves montre l'idée de la science qui se construit à partir de faits observés (Mathy, 1997). Le savoir savant, pour l'enseignante P1, résulte de cette observation et de cette réalisation attentive du scientifique. De ce point de vue, l'acte scientifique n'est pas considéré comme une invention collective et standardisée, il s'agit plutôt d'un acte individuel d'esprit hors du commun, d'homme doté d'une intelligence supérieure. Pour produire des théories vraies, les savants doivent décrire correctement le monde réel. Ainsi, dans cette perspective, le chercheur doit être honnête, objectif et neutre (Guilbert et Meloche, 1993). Dans sa pratique, l'enseignante P1 utilise des termes (par exemple, « éclat, moins intense, vif, etc. ») pour désigner la classe des objets et des phénomènes et les structures de l'intensité du courant. A travers la tâche T<sub>12</sub>, les élèves réalisent collectivement avec l'enseignante P1 un schéma d'un circuit électrique simple (en série et en parallèle) et allument une lampe à partir d'un montage électrique ; autrement dit, ils procèdent aux montages électriques en branchant les différents éléments électriques figurant dans les circuits. Dans ces tâches, l'apprentissage des élèves consiste à passer d'une description des objets et des phénomènes dans un langage courant à une description en termes de concepts et de modèles de l'électricité. Si apprendre la physique consiste à interpréter le monde matériel et faire des prévisions, alors il faut que l'élève en ait conscience. L'une des caractéristiques essentielles de la physique est de proposer des théories et des modèles qui permettent d'analyser ou d'interpréter des situations matérielles qui constituent leur champ de validité (Gaidioz et al, 2004). Les résultats de l'analyse didactique des tâches effectives

montrent que l'enseignante P1 n'a pas de connaissance suffisante sur le passage des phénomènes au registre du modèle physique. Elle ne semble pas saisir la nécessité du recours à des systèmes symboliques permettant de passer du registre des phénomènes au registre du modèle physique, sachant que dans le domaine de l'électricité, la schématisation des circuits électriques répond à des règles d'écriture précises et constitue un système symbolique particulier.

### **8.2.2 L'enseignant P2**

Les résultats de l'analyse didactique des tâches effectives montrent que l'enseignant P2 n'a pas réalisé d'activité expérimentale. Toutes les tâches sont orientées vers des discours théoriques. Cependant, l'étude des rapports entre théorie et fait d'observation (Hacking, 1989) montre que les théories résultent de l'observation et de l'expérience. Cette pratique théorique proposée par l'enseignant P2 ne permet pas à l'élève d'être actif. Les raisons de son choix peuvent être d'ordre épistémologique par exemple s'il ne dispose pas des connaissances pour comprendre que les théories et modèles physiques permettent d'expliquer et de faire des prévisions ou des validations expérimentales du modèle. Pourtant ces connaissances lui permettent d'expliquer aux élèves en caractérisant le fonctionnement de certains dispositifs expérimentaux et en interprétant les phénomènes qui y sont liés. Même si l'exécution des tâches  $T_{21}$ ,  $T_{22}$  et  $T_{23}$  permet aux élèves de comprendre les objectifs fixés par l'enseignants P2, elle ne donne pas de précision sur les activités expérimentales à l'issue desquelles les élèves peuvent manipuler les dispositifs expérimentaux. Comme le soulignent Driver et al. (1994) « la progression par modèle semble être une caractéristique générale des apprenants dans les différentes sciences ». Les modèles mentaux identifiés chez les apprenants pourraient servir de base à la construction de « modèles d'enseignement » simples pour initier les élèves. Par exemple, créer des conflits entre le modèle adopté par l'élève et la réalité. Si l'élève n'est pas en mesure de prédire le comportement d'un système à l'aide de son modèle, il sera plus à même d'en adopter un autre permettant de mieux décrire les phénomènes. Ce type de modèle fonctionne bien pour les praticiens et ne constitue pas en soi un obstacle à l'acquisition par les élèves d'une activité expérimentale et de modèles plus élaborés par la suite. Ce qui signifie que l'enseignant pourrait s'appuyer sur cette notion pour explorer des systèmes électriques simples. Comme le souligne Carlton (1999, cité par Saadi, 2005), enseigner l'électricité à un élève consiste à le guider et à l'aider à développer des modèles mentaux de plus en plus sophistiqués. Cette approche est, semble-t-il, plus profitable que l'habileté à se souvenir de formules sans intérioriser les concepts.

### 8.2.3 L'enseignant P3

Au cours de l'activité expérimentale, certaines tâches effectives de l'enseignant P3 se rattachent à la représentation d'un circuit en courant continu. Les résultats de l'analyse de ces tâches effectives en témoignent. L'enseignant P3 montre aux élèves un certain nombre de matériels pour justifier les éléments possibles qui constituent un circuit électrique. Lors de notre entretien, l'enseignant P3 justifie que ce choix est relatif au manque de certains matériels (par exemple, un générateur), bien qu'il dispose de quelques-uns. Cette représentation du phénomène est la première fonction du modèle, auquel il est généralement impossible d'accéder directement avec nos sens. Comme le soulignent Raynal et Rieunier (1997, p. 321) « les représentations sont des constructions circonstanciées faites dans un contexte particulier et à des fins spécifiques ». Cependant, l'enseignant P3 n'a pas l'idée que « la représentation est une forme de connaissance élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social » (Develay, 1992, p. 75). Les réponses de l'enseignant P3 au cours de notre entretien montrent que ce dernier ne dispose pas de l'idée selon laquelle chaque représentation permet de mettre en avant un ou plusieurs aspects du modèle (ou de la situation décrite) et ce choix n'est pas négligeable. C'est ainsi que les changements de représentations, s'ils sont explicités, aident également l'élève à prendre conscience des démarches de modélisation (Gaidioz et *al.*, 2009). A travers la tâche T<sub>33</sub>, les élèves n'ont pas réalisé la mesure de l'intensité du courant à l'aide d'un ampèremètre, sachant que la raison avancée par l'enseignant P3 dans notre entretien est d'ordre matériel. Nous pensons peut-être que l'une des raisons serait plutôt d'ordre épistémologique : l'enseignant P3 n'a pas l'idée que l'activité effective de mesurer l'intensité du courant électrique traduit le passage du monde des objets et des phénomènes au monde théorique. Ce passage permet aux élèves, lors de l'activité de mesure, de comparer les résultats calculés par rapport aux résultats expérimentaux. Les élèves seraient donc actifs et disposeraient des moyens de comprendre que les théories et modèles permettent d'expliquer et de faire des prévisions ou des validations expérimentales du modèle. Sachant que le modèle constitue une construction intellectuelle qui a pour ambition d'interpréter une variété de situations, il nécessite donc d'être validé. Cette validation s'appuie principalement sur l'activité expérimentale. Dans la pratique effective de l'enseignant P3, les résultats de l'analyse montrent que P3 n'a pas véritablement distingué le monde des objets et des phénomènes de celui des théories et modèles. Sa pratique rend compte d'un enseignement de façon dogmatique que l'élève risque de ressentir comme injustifiée. Cette pratique ne donne pas d'éléments à l'enseignant P3 pour convaincre ses élèves quand il change de tâche.

#### **8.2.4 L'enseignant P4**

Les tâches  $T_{41}$  (définition de l'intensité du courant) proposées par l'enseignant P4 sont orientées vers des échanges verbaux entre ce dernier et ses élèves sous forme de question-réponses. Les résultats de l'analyse des tâches effectives  $T_{41}$  montrent que l'enseignant P4 a identifié ce que les élèves ont réellement comme connaissances au sujet de l'intensité du courant électrique (Annexe 8), mais sans qu'il ne se rende compte d'une représentation (Energie centrafricaines, ENERCA). L'enseignant P4 n'a pas situé ses propos du côté des situations, du modèle ou des relations entre les deux, puisque les tâches  $T_{41}$  qui consistent à définir l'intensité du courant ne sont pas clairement explicitées. A travers les tâches  $T_{42}$ , qui consistent à proposer une activité expérimentale, les élèves ne réalisent ni schéma d'un circuit électrique simple (par exemple en série ou en parallèle), ni n'allument une ampoule à partir de ce circuit proposé. Dans ces tâches, l'enseignant P4 procède seul aux montages électriques en branchant les différents constituants électriques figurant dans le circuit. Dans ce cas, l'apprentissage proposé aux élèves, qui consiste à passer d'une description des objets et des phénomènes à travers un langage courant à une description en termes de concepts et de modèles de l'électricité, s'avère très complexe. Autrement dit, les élèves n'arrivent pas à distinguer le monde des objets/phénomène et le monde de la théorie/modèle.

### **8.3 Comparaison et discussion sur les tâches effectives des enseignants**

Dans ce paragraphe, nous comparons et discutons les tâches effectives des quatre enseignants. Cette discussion nous permet de visualiser les formes de travail proposées aux élèves, notamment au cours de la définition de l'intensité du courant électrique et de sa mise en œuvre expérimentale.

#### **8.3.1 Comparaison des déroulements et des tâches**

Nous procédons dans ce paragraphe à l'analyse des déroulements et des tâches selon les dimensions cognitive et médiative pour reconstituer les logiques d'actions des quatre enseignants. Nous étudions les interventions des enseignants, leurs consignes et le déroulement de la séance pour inférer les activités et les apprentissages potentiels des élèves. Nous étudions également les tâches effectives et leur relation avec les tâches prescrites dans les scénarios. Nous nous focalisons sur l'analyse des interactions entre l'enseignant et ses élèves en lien avec le contenu scientifique enseigné.

Dans les tableaux 20, 21, 22 et 23 ci-dessus, nous avons repéré les différentes phases dans les quatre séances, les épisodes organisateurs de chaque phase, leurs durées, l'organisation de la classe, la répartition des tours de paroles et les dimensions repérées, en référence à la double

approche didactique et ergonomique. Le tableau 24 présente l'ensemble des activités effectives au cours des observations en classe.

Extraits synopsis	Activité de P1 et de ses élèves	Activité de P2 et de ses élèves	Activité de P3 et de ses élèves	Activité de P4 et de ses élèves
<b>Phase introductive</b>	P1 interroge les élèves sur l'intensité du courant	P2 interroge les élèves sur le circuit électrique	P3 interroge les élèves sur la différence entre les énergies (cinétique et potentielle)	P4 n'interroge pas les élèves.
<b>Phase expérimentale</b>	<i>Durée : 26mn33s</i> P1 réalise un circuit électrique simple à partir d'objets de récupération Quelques élèves présentent leur montage préfabriqué au domicile	<i>Durée : 1mn00s</i> P2 montre aux élèves le schéma d'un circuit électrique et la photo d'un ampèremètre dans un livre.	<i>Durée : 36mn50s</i> P3 présente aux élèves quelques matériels à sa disposition P3 discute avec ses élèves sur deux situations illustratives sous forme de schéma : la lampe qui brille fort et qui brille moins fort	<i>Durée : 29mn53s</i> P4 réalise seul un circuit électrique simple à partir d'objets de récupération Les élèves interviennent temporairement pour poser des questions

**Tableau 24** : activités effectuées en classe (extraits des synopsis)

Les activités de P1 et des élèves (voir tableau 20) sont issues des connaissances antérieures pour faire préciser les types de montage possible dans un circuit électrique. Les interactions entre P1 et ses élèves permettent de construire le titre de la leçon dans un esprit de travail collaboratif. Cependant, la classe est surchargée et les élèves ne peuvent pas travailler en groupes. Il en résulte donc une organisation du travail marquée par des interventions fréquentes de P1, agissant sur le contenu des activités qui devraient être déployées par la majorité des élèves. A contrario, l'activité cognitive de P4 se déroule sous forme de questions-réponses qui ne provoquent aucun changement de la tâche prescrite et aucune prise en compte de l'activité attendue des élèves (allumer la lampe). De leur côté, P2 et P3 ne réalisent aucun montage.

L'activité des élèves de P1 est organisée pour les amener à passer d'une description des objets et des phénomènes dans un langage courant à une description en termes de concepts et de modèles de l'électricité (Tiberghien et *al.*, 2004). Si apprendre la physique consiste à interpréter le monde matériel et faire des prévisions, alors il faut que ces élèves en aient conscience.

L'activité des élèves de P4 se résume à une observation d'un phénomène. Les interventions verbales de P4 et la position passive des élèves ne permettent pas à ceux-ci de distinguer le monde des objets/phénomènes et celui de la théorie/modèle. Pourtant, l'étude des rapports entre fait d'observation et théorie montre que les théories résultent de l'observation et de l'expérience (Hacking, 1989). L'observation seule, proposée par P4, ne permet pas le passage des élèves au monde théorique. De plus, l'implication des élèves dans l'expérience n'est pas prise en compte par P4. Du côté de P2, l'activité des élèves se réduit à l'observation d'un schéma électrique sous forme de représentation sémiotique. Ce choix permet de mettre a priori en évidence certains aspects du modèle mais n'est jamais efficace en termes d'apprentissage (Tiberghien et *al.*, 2004). S'il était explicité, ce choix pourrait aider les élèves à prendre conscience des démarches de modélisation. P3 discute avec ses élèves sur deux situations illustratives sous forme de schéma (voir tableau 20). Cette discussion ne s'appuie pas sur un modèle en physique pour expliciter la différence y relative. Elle rend compte d'un enseignement de type dogmatique où les élèves ont du mal à faire le lien entre le monde des objets et phénomènes et le monde des théories.

### ***8.3.2 Discussion sur les choix des tâches effectives pendant les séances***

Les analyses épistémologiques des activités effectives des quatre enseignants nous permettent de considérer la connaissance scientifique comme une construction de l'homme pour tenter de comprendre le monde qui l'entoure. Ces analyses permettent aussi de préciser les connaissances mises en jeu par les enseignants, les fondements épistémologiques et l'environnement des notions sur l'intensité du courant électrique et sa mesure.

Au regard de ces analyses, nous constatons que les quatre enseignants ne tiennent pas compte de ces connaissances épistémologiques permettant aux élèves d'accéder au savoir savant. Puisque l'épistémologie de l'enseignant se définit comme un système de convictions qui influe lourdement sur les processus d'enseignement/apprentissage de science physique. Nous faisons l'hypothèse que les quatre enseignants ne sont pas conscients de l'idée de théorie des deux mondes qui permet de travailler de la modélisation. Seule l'enseignante P1 fait travailler les élèves, mais inconsciemment, sur l'idée du monde des objets et phénomènes et du monde des théories et modèles, alors que les autres enseignants P2, P3 et P4 mélangent

complètement les deux. Par conséquent, il y a un problème d'apprentissage dans les séances observées. Ce qui veut dire que les élèves auront du mal à comprendre les phénomènes électriques, si on ne peut pas leur montrer que le discours scientifique est un discours qui permet d'interpréter le monde réel. Les résultats des analyses des tâches effectives montrent que les pratiques de ces quatre enseignants se réduisent alors à un ensemble de tâches détachées les unes des autres qui permettent tout au plus d'atteindre de maigres résultats peu significatifs. Cependant, il se peut que le problème se trouve au niveau de la formation (initiale et continue) des enseignants. Puisque la formation des enseignants est un sujet qui revête de plus en plus d'importance, en science physique qui influent sur la société. En l'absence de résultats satisfaisants dans cette formation, ces enseignants pourront difficilement dépasser les difficultés cognitives dans leurs pratiques enseignantes.

Après avoir analysé les pratiques effectives des quatre enseignants, nous revenons sur leurs logiques d'action et déterminants de leurs pratiques dans la phase de la définition de l'intensité du courant et dans la phase de réalisation des activités expérimentales.

## **CHAPITRE 9**

### **DISCUSSIONS, LOGIQUES D'ACTION DES ENSEIGNANTS ET DÉTERMINANTS DES PRATIQUES**

## **Plan du chapitre 9**

### **Introduction**

#### **9.1 Quelques résultats des recherches sur les pratiques enseignantes**

#### **9.2 Discussions des résultats**

*9.2.1 Retour sur les questions de recherche et les résultats obtenus*

*9.2.2 Imbrication des composantes des pratiques*

#### **9.2.3 Résultats obtenus et littérature scientifique**

## **Introduction**

Dans ce chapitre, nous développons notre interprétation des différents résultats issus de l'analyse des déroulements des séances. Nous cherchons à reconstituer les logiques d'actions des quatre enseignants à travers la reconstitution des composantes cognitives et médiatives, afin d'inférer les éventuelles évolutions aux niveaux des pratiques expérimentales. Nous présentons également une interprétation qui tient compte de l'exercice du métier et des différentes contraintes qui entravent les pratiques des enseignants.

Nous présentons au début les résultats de quelques recherches menées au sujet des pratiques enseignantes, selon le cadre que nous adoptons dans notre recherche, ensuite nous revenons sur les analyses présentées dans les chapitres 7 et 8 pour ressortir en premier lieu les recoupements possibles avec les résultats des travaux de recherche sur les pratiques enseignantes, puis dans un autre niveau nous présentons les principaux apports de notre travail, que nous dégagons à partir des différentes analyses faites.

### **9.1 Quelques résultats des recherches sur les pratiques enseignantes**

Plusieurs travaux de recherches (Chesnais, 2009 ; Robert 2007 ; Robert & Rogalski, 2008 ; Roditi, 2003, etc.) sont effectués dans le cadre des pratiques des enseignants en classe utilisant la double approche didactique et ergonomique telle que nous l'avons présenté précédemment. Leurs analyses font référence aux cinq composantes des pratiques au niveau de la classe et au niveau organisateur des pratiques enseignantes et ont abordé la question de la régularité et de la variabilité des pratiques enseignantes selon deux points de vue : celui de l'activité de l'élève et celui du métier de l'enseignant. Cette régularité est expliquée par les contraintes du métier en relation avec la dimension institutionnelle, le contenu prescrit par le programme et la contrainte influençant les pratiques des enseignants.

Les recherches présentées par Roditi (2015) portent sur la « diversité, variabilité et convergence des pratiques enseignantes » et proposent de s'interroger sur les pratiques enseignantes lors de l'enseignement de mathématiques. La problématique liée à cette recherche vise à homogénéiser les pratiques de quatre enseignants tenant compte des contraintes institutionnelles et des normes professionnelles. Les résultats de ces recherches montrent que les régularités de pratiques des quatre enseignants permettent d'élucider les contraintes qui s'exercent sur elles, en amont de la classe comme en classe. Leur diversité, malgré leur variabilité, conduiront à mettre au jour une forme de cohérence qui tient à la personnalité de l'enseignant, à ses connaissances ou ses croyances vis-à-vis des mathématiques ou de l'enseignement des mathématiques.

Toujours dans le cadre de la recherche portant sur la régularité et variabilité des pratiques ordinaires d'enseignement, Roditi (2003) tente d'analyser les pratiques de quatre enseignants de mathématiques. Les résultats de cette analyse montrent que la variabilité dans la pratique de l'enseignant dépend des activités attendues des élèves à travers l'analyse a priori du scénario et ainsi que des activités effectives pendant la séance. L'analyse montre également qu'au-delà des contraintes dans la pratique des enseignants, il existe une marge de manœuvre qui explique, à un niveau plus local, la diversité des pratiques observées.

D'autres recherches ont été menées concernant la formation des enseignants tels que les travaux de Butlen et al. (2006). Il ressort de ces travaux que la formation des enseignants joue un rôle capital, d'une part dans la pratique des enseignants mais qu'elle est limitée d'autre part, puisque la diversité des contraintes peut impacter les activités proposées au cours de la formation.

## **9.2 Discussions des résultats**

Dans cette section, nous discutons les résultats obtenus et leurs principaux apports. Ces discussions seront effectuées par rapport aux autres travaux de recherches déjà effectués. L'objectif de notre recherche est d'analyser les pratiques enseignantes, dans le cas des quatre enseignants centrafricains de science physique. Cette analyse nous permet de comprendre leurs logiques d'action dans la mise en place d'une séance sur l'intensité du courant électrique. A partir de nos questions de recherche, nous proposons de les catégoriser autour de deux éléments : logiques d'actions caractérisant les pratiques des enseignants dans la mise en place expérimentale et déterminants des pratiques.

Au cours de cette recherche, nous avons observé quatre enseignants centrafricains de science physique d'anciennetés différentes et qui exercent dans des établissements différents. Les observations des quatre enseignants se rattachent toutes à des pratiques ordinaires, dans le sens où nous ne sommes pas intervenus dans leur préparation et dans leur mise en œuvre.

Nous avons choisi de convoquer la théorie de la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002) qui tient compte de la profession de l'enseignant en lien avec l'exercice de son métier dans l'analyse de sa pratique enseignante, à côté de l'approche didactique.

Le cadre méthodologique utilisé, développé dans le chapitre 6, est celui de l'étude de cas des quatre enseignants en situation d'enseignement sur l'intensité du courant électrique et sa mesure. A partir des analyses des données recueillies à travers les fiches de préparation des quatre enseignants, des observations de leurs pratiques et d'entretiens de type semi-dirigé

avec ces derniers, nous cherchons à donner des éléments de réponse pour notre objectif de recherche.

Notre recherche contient trois niveaux d'analyse : une analyse *a priori*, une analyse des déroulements effectifs des séances selon les composantes cognitive et médiative et une analyse des déclarations des quatre enseignants pendant nos entretiens (*ante* et *post*). La première analyse, *a priori*, permet de reconstituer l'itinéraire cognitif que ces enseignants proposent à leurs élèves. La deuxième analyse des déroulements des séances permet de reconstituer leurs logiques d'actions. La troisième analyse du discours des enseignants lors des entretiens nous permet de reconstituer les déterminants des pratiques selon les dimensions institutionnelle, personnelle et sociale, en lien avec l'exercice du métier des enseignants.

### ***9.2.1 Retour sur les questions de recherche et les résultats obtenus***

Pour commencer, nous nous interrogeons sur les logiques d'action qui caractérisent la mise en œuvre expérimentale des quatre enseignants centrafricains observés. Ensuite, nous posons la question des outils proposés à ces enseignants pour qu'ils puissent aider les élèves à distinguer les deux mondes (objets/phénomènes d'une part et théorie/modèle d'autre part).

#### **a. Logiques d'action des quatre enseignants**

Dans ce paragraphe, nous proposons quelques éléments de réponses à nos questions de recherche en lien avec les composantes cognitive et médiative.

- ***Selon la composante cognitive***

Les logiques d'action se repèrent d'une part dans l'analyse *a priori* des fiches de préparation des enseignants et d'autre part dans l'analyse de leurs pratiques effectives.

L'analyse *a priori* des fiches de préparation des enseignants nous montre que ceux-ci s'appuient sur des tâches qui orientent les élèves dans le développement de leurs activités lors des différents déroulements. Cette analyse nous permet de nous interroger sur la légitimité de ces tâches vis-à-vis des activités possibles des élèves en classe. Autrement dit, les enseignants, en préparant les tâches prescrites pour les séances, prennent-ils en considération les activités possibles des élèves lors des déroulements ? Dans les fiches de préparation, les quatre enseignants se donnent comme contrat didactique, de faire apprendre aux élèves des connaissances physiques, en suivant un modèle électrique basé sur l'exploitation des résultats expérimentaux, mais seuls ceux des enseignants P1 et P4 s'appuient sur l'exploitation d'une activité expérimentale proposée aux élèves.

L'analyse des pratiques effectives des quatre enseignants nous montre que ces enseignants ont mis en place leur projet d'enseignement en tenant compte des objectifs d'apprentissage

prescrits par l'institution. Cependant, les objectifs d'apprentissage qui sont visés sont des savoirs conceptuels (définition de l'intensité du courant électrique, unité légale, etc.), et pour deux enseignants (P1 et P4) des savoir-faire expérimentaux (réaliser un schéma d'un circuit électrique, réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma, mesurer la valeur de l'intensité du courant électrique dans un circuit grâce à un ampèremètre). Mais aucun des quatre enseignants ne semble avoir des objectifs d'apprentissage de nature épistémologique (notion de modèle en science, liens entre les deux mondes). Même l'enseignante P1, qui pourtant le fait en classe de manière inconsciente, ne l'annonce pas dans ses objectifs.

- *Selon la composante médiative*

Pendant la phase expérimentale, seule l'enseignante P1 organise de manière alternée un travail personnel et un travail collectif (en groupes). Autrement dit, lors de cette phase, l'enseignante P1 accorde plus de temps aux échanges collectifs. Elle invite certains élèves devant le tableau pour présenter personnellement, et collectivement avec son aide et l'ensemble de la classe, leurs expériences simples. Nous considérons que cette sorte de sollicitation des élèves vise à leur accorder un rôle actif dans la construction des connaissances. Par contre, les enseignants P2, P3 et P4 organisent la phase expérimentale personnellement (le cas de l'enseignant P4 retient beaucoup notre attention à cet égard). Pendant cette phase, les interventions de ces enseignants sont à visée explicative, ce qui réduit le rôle des élèves dans la construction des connaissances. Il semble ici que les enseignants P2, P3 et P4 soient plus influencés par des contraintes institutionnelles en lien avec le manque de matériels didactiques et les effectifs pléthoriques des élèves.

Dans les séances organisées selon des pratiques ordinaires que nous avons observées, seule l'enseignante P1 intervient selon un étayage (Bruner, 1983) très direct des activités des élèves. Elle oriente les activités des élèves (qui présentent leurs expériences simples) et elle intervient de temps en temps pour répondre à des nécessités en lien avec le contenu à enseigner. Pour elle, lors du déroulement de la phase expérimentale, si une tâche lui paraît à la portée des élèves, elle les laisse travailler en toute autonomie et elle se contente souvent d'une relecture de la tâche en apportant quelques explications avant que les élèves ne se mettent en activité. Pour les tâches qu'elle considère difficiles, elle oriente les élèves en prenant en charge parfois quelques adaptations nécessaires à la résolution de ces tâches (par ex. allumer une ampoule). Au contraire, les enseignants P2, P3 et P4, devant les difficultés d'ordre matériel, font le choix d'apporter plus d'explications pour faire comprendre aux élèves la résolution des tâches qu'ils considèrent complexes.

Les interventions de l'enseignante P1 lors de la phase expérimentale semblent plus appropriées pour favoriser des activités possibles des élèves et sont sources d'apprentissage

potentiel, du fait que ces interventions prennent appui sur les propositions des élèves. De leur côté les enseignants P2, P3 et P4 s'appuient sur des interventions qui sont souvent des anticipations de ce qui devrait (pourrait) être pris en charge par les élèves (le cas de l'enseignant P4 est emblématique de ce point de vue).

Nous remarquons que pendant les séances observées, l'organisation de la classe est pour la plupart des cas souvent marquée par un travail collectif (enseignant-élèves) mais laissant de côté celui inter-élèves. Ce type d'organisation ne facilite pas la prise d'autonomie des élèves. Leurs actions sont dépendantes des aides apportées par les enseignants.

### **b. Les déterminants des pratiques des quatre enseignants**

A partir des différentes analyses présentées dans les chapitres précédents, nous proposons une synthèse, des points de vue de la dimension cognitive et de la dimension médiative, des pratiques des quatre enseignants P1, P2, P3 et P4 lors des séances. Autrement dit, dans cette section, nous nous proposons d'exploiter les résultats des analyses, qui se rattachent aux déroulements de classe relatifs aux quatre enseignants, pour identifier les logiques qui guident leur action dans la conception des fiches de préparation et dans les déroulements des séances.

Dans le but de donner des explications de ces logiques d'actions, nous développons le cas de l'enseignante P1, à titre d'exemple, en repérant les déterminants des pratiques en relation avec les dimensions institutionnelle, personnelle et sociale. Cette présentation est orientée et basée principalement sur les déclarations de l'enseignante lors des entretiens. Nous essayons plus tard de juxtaposer ces déclarations avec ce que nous avons réellement observé dans la classe (imbrication des composantes), afin d'approcher la cohérence de son activité.

Nous procédons de la même manière pour les trois autres enseignants.

#### **• Selon la dimension institutionnelle**

La dimension institutionnelle touche à l'organisation du travail des enseignants dans l'établissement. Elle concerne la prise en compte par l'enseignant du programme, des horaires, des contraintes institutionnelles (manque de matériels didactiques, effectif pléthorique des élèves, etc.), des ressources à sa disposition (si disponibles dans l'établissement).

De même pour les trois autres enseignants, l'enseignante P1 indique avoir eu des contraintes pendant le déroulement de sa séance. Elle souligne l'effectif pléthorique des élèves, l'emplacement de l'établissement, surtout à côté du marché de la ville, où les bruits font que les élèves ont du mal à entendre ce qui se dit en classe. Concernant la prise en charge du programme, elle affirme en avoir tenu compte. Sa déclaration correspond au constat que nous

avons fait lors de notre observation de classe et dans l'analyse *a priori* de sa fiche de préparation. Elle souligne que l'établissement dans lequel se déroule notre observation de classe ne dispose ni d'un laboratoire, ni d'une salle de classe permettant la réalisation des activités expérimentales avec des matériels adéquats. Toutefois, elle propose dans la plupart des cas, des cours théoriques. Dans le cas de l'enseignement de l'électricité, elle souligne avoir acheté parfois les piles avec ses propres moyens pour faire l'expérience avec les élèves. Par ailleurs, l'enseignante P1 dit avoir de bonnes relations avec l'inspecteur de sa discipline.

- ***Selon la dimension personnelle***

Cette dimension inclut les représentations et les connaissances de l'enseignant sur la physique, ses convictions personnelles sur l'enseignement de la physique, l'impact de son histoire personnelle sur son travail, c'est-à-dire ses expériences professionnelles.

L'enseignante P1 déclare qu'elle est vraiment ravie d'enseigner l'intensité du courant électrique et l'enseignement de la physique en général. Elle souligne que son histoire personnelle, c'est-à-dire son expérience professionnelle, a un impact sur son travail. Pour elle, un enseignant, c'est vraiment celui qui fait des sacrifices même dans des conditions difficiles. C'est pourquoi, elle est obligée de créer des conditions de travail facilitant l'apprentissage des élèves mis sous sa responsabilité.

Au sujet des connaissances extérieures adéquates des élèves pour aborder la séance, l'enseignante P1 déclare qu'il arrive parfois que certains des élèves rencontrent des difficultés liées à leur environnement (pauvreté), puisqu'ils arrivent de différents horizons.

- ***Selon la dimension sociale***

Cette dimension tient compte des relations que l'enseignant entretient avec ses collègues de travail. Elle porte sur sa participation aux choix collectifs des collègues de l'établissement, sur les habitudes professionnelles des enseignants de sciences physiques, ce qui se rapproche du genre professionnel (Robert, 2007). Les répercussions que le milieu social des élèves peut avoir sur le déroulement ou la conception de la séance font partie également de cette composante sociale (Butlen et al., 2006).

L'enseignante P1 déclare qu'elle entretient de bonne relation avec le personnel administratif et enseignant de son établissement. Mais au-delà de ce cercle professionnel, elle n'entretient pas de relation avec des enseignants en Centrafrique ou dans d'autres pays africains.

Quant à la participation aux choix collectifs des collègues de l'établissement, sur les habitudes professionnelles des enseignants de science physique, elle déclare d'être toujours active dans des prises des décisions (par exemple, établir un plan de progression de l'année).

L'enseignante P1 souligne qu'il y a parfois des répercussions du milieu social des élèves sur le déroulement de la séance : baisse de niveau en science physique, démotivation de science physique, etc.

Dans le tableau 25, nous présentons la synthèse, pour les quatre enseignants P1, P2, P3 et P4, des logiques d'actions identifiées, autour des cinq dimensions de la double approche didactique et ergonomique.

Dimensions	Logiques d'action de P1	Logiques d'action de P2	Logiques d'action de P3	Logiques d'action de P4
<b>Cognitive</b>	<p><b>Dans la fiche de préparation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répondre à des exigences institutionnelles ;</li> <li>• Contextualiser le savoir abordé : intensité du courant électrique et sa mesure ;</li> <li>• Faciliter les échanges et les tâches prescrites ;</li> <li>• Apprendre aux élèves des connaissances d'ordre expérimental qui permettent d'accéder à la modélisation d'une loi ;</li> <li>• Programmer des tâches expérimentales autour d'un dispositif expérimental préalablement fourni par les élèves.</li> </ul> <p><b>Pendant le déroulement de classe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation de la séance autour des apprentissages tenant compte des contraintes (manque de matériels, effectifs pléthoriques, etc.) ;</li> <li>• Prédominance donnée à l'aspect expérimental ;</li> <li>• Se contenter d'une simple expérience de cours (allumer une ampoule).</li> </ul>	<p><b>Dans la fiche de préparation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répondre à des exigences institutionnelles ;</li> <li>• Contextualiser le savoir abordé : intensité du courant électrique et sa mesure ;</li> <li>• Faciliter les échanges et les tâches prescrites ;</li> <li>• Apprendre aux élèves des connaissances d'ordre expérimental qui permettent d'accéder à la modélisation d'une loi.</li> </ul> <p><b>Pendant le déroulement de classe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation de la séance autour des apprentissages tenant compte des contraintes (manque de matériels, effectifs pléthoriques, etc.) ;</li> <li>• Prédominance donnée à l'aspect théorique (sans expérience de cours) ;</li> <li>• Se contenter d'une simple représentation sémiotique pour définir l'intensité du courant et sa mesure.</li> </ul>	<p><b>Dans la fiche de préparation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répondre à des exigences institutionnelles ;</li> <li>• Contextualiser le savoir abordé : intensité du courant électrique et sa mesure ;</li> <li>• Faciliter les échanges et les tâches prescrites ;</li> <li>• Apprendre aux élèves des connaissances d'ordre expérimental qui permettent d'accéder à la modélisation d'une loi.</li> </ul> <p><b>Pendant le déroulement de classe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation de la séance autour des apprentissages tenant compte des contraintes (manque de matériels, effectifs pléthoriques, etc.) ;</li> <li>• Prédominance donnée à l'aspect théorique (sans expérience de cours) ;</li> <li>Se contenter d'une simple représentation sémiotique pour définir l'intensité du courant et sa mesure.</li> </ul>	<p><b>Dans la fiche de préparation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répondre à des exigences institutionnelles ;</li> <li>• Contextualiser le savoir abordé : intensité du courant électrique et sa mesure ;</li> <li>• Faciliter les échanges et les tâches prescrites ;</li> <li>• Apprendre aux élèves des connaissances d'ordre expérimental qui permettent d'accéder à la modélisation d'une loi.</li> </ul> <p><b>Pendant le déroulement de classe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation de la séance autour des apprentissages tenant compte des contraintes (manque de matériels, effectifs pléthoriques, etc.) ;</li> <li>• Prédominance donnée à l'aspect expérimental ;</li> <li>Se contenter d'une simple expérience de cours (allumer une ampoule).</li> </ul>
<b>Médiative</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accompagnement des élèves dans toutes les activités réalisées ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accompagnement des élèves dans toutes les activités réalisées ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accompagnement des élèves dans toutes les activités réalisées ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accompagnement des élèves dans toutes les activités réalisées ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structuration de la séance selon les moments d'échange collectif (question – réponses) ;</li> <li>• Renforcement de l'autonomie des élèves pendant la phase expérimentale ;</li> <li>• Apport d'aides, dans le but d'orienter les élèves des différentes tâches qui semblent difficiles (simple expérience de cours).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structuration de la séance selon les moments d'échange collectif (question – réponses) ;</li> <li>• Apport d'aides, dans le but d'orienter les élèves des différentes tâches qui semblent difficiles (traitement d'exercices).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structuration de la séance selon les moments d'échange collectif (question – réponses) ;</li> <li>• Apport d'aides, dans le but d'orienter les élèves des différentes tâches qui semblent difficiles (réponses aux questions).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structuration de la séance selon les moments d'échange collectif (question – réponses).</li> <li>• Renforcement de l'attention des élèves pendant la phase expérimentale ;</li> <li>• Apport d'aides, dans le but d'orienter les élèves des différentes tâches qui semblent difficiles (réponses aux questions).</li> </ul>
<b>Institutionnelle</b>	<b>Déterminants des pratiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect de contenu du programme officiel dans la conception de la fiche de préparation et sa mise en œuvre ;</li> <li>• Durée officielle de la séance.</li> </ul>	<b>Déterminants des pratiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect de contenu du programme officiel dans la conception de la fiche de préparation et sa mise en œuvre ;</li> </ul> Durée officielle de la séance.	<b>Déterminants des pratiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect de contenu du programme officiel dans la conception de la fiche de préparation et sa mise en œuvre ;</li> </ul> Durée officielle de la séance.	<b>Déterminants des pratiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect de contenu du programme officiel dans la conception de la fiche de préparation et sa mise en œuvre ;</li> </ul> Durée officielle de la séance.
<b>Personnelle</b>	<b>Déterminants des pratiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception d'une grande partie de la séance selon les instructions officielles ;</li> <li>• Mise en œuvre d'une activité expérimentale en adoptant une méthode à caractère inductif (proposer aux élèves des matériels de récupération).</li> </ul>	<b>Déterminants des pratiques</b> <p>Pratiques habituelles de classe dans la phase expérimentale, compte tenu des contraintes (ne pas faire des expériences).</p>	<b>Déterminants des pratiques</b> <p>Pratiques habituelles de classe dans la phase expérimentale, compte tenu des contraintes (ne pas faire des expériences).</p>	<b>Déterminants des pratiques</b> <p>Mise en œuvre d'une activité expérimentale en adoptant une méthode à caractère inductif (l'expérience est faite seulement par l'enseignant).</p>
<b>Sociale</b>	<b>Déterminants des pratiques</b> <p>Difficultés rencontrée (contraintes) pendant la phase expérimentale, partagé avec les autres enseignants de sciences physiques.</p>	<b>Déterminants des pratiques</b> <p>Difficultés rencontrée (contraintes) pendant la phase expérimentale, partagé avec les autres enseignants de sciences physiques.</p>	<b>Déterminants des pratiques</b> <p>Difficultés rencontrée (contraintes) pendant la phase expérimentale, partagé avec les autres enseignants de sciences physiques.</p>	<b>Déterminants des pratiques</b> <p>Difficultés rencontrée (contraintes) pendant la phase expérimentale, partagé avec les autres enseignants de sciences physiques.</p>

**Tableau 25** : synthèse au niveau des logiques d'action des enseignants et des différents déterminants des pratiques

Pour conclure sur les analyses didactiques effectuées, nous tenons compte des raisons que les enseignants ont avancé explicitement concernant certains de leurs choix ou que nous avons déduites des leurs propos. Pour comprendre ces raisons, nous avons cherché à déterminer quels facteurs attachés aux diverses composantes de l'activité de ces enseignants (quelles contraintes) modifient leurs choix. Il s'agit de révéler les logiques d'action des enseignants, qui contribuent à l'atteinte des objectifs qu'ils se sont fixés pour la fin de la séance de classe. Les choix de ces quatre enseignants s'expliquent en invoquant la part importante de la composante de l'activité des enseignants ou au contraire l'imbrication de plusieurs composantes. Nous pouvons esquisser des logiques d'action propre à chacun des enseignants.

Pendant les entretiens post-séance, les enseignants P1 et P4 relèvent que la réalisation du montage électrique est prescrite par l'institution et qu'elle revêt donc un caractère obligatoire (composante institutionnelle) tandis que les enseignants P2 et P3 accordent plus d'importance à la théorie, sans aucune place pour l'expérience. Selon eux, ce choix est justifié par le manque de matériels. Mais cette vision ne permet pas de faire de lien entre expérience (objets et phénomènes) et modélisation (théories et modèles). La raison serait alors de nature plutôt épistémologique et serait rattachée à la composante personnelle (vision de la science).

Pour compléter cette discussion, nous proposons dans le paragraphe suivant d'évoquer l'imbrication des différentes dimensions d'analyse.

### ***9.2.2 Imbrication des composantes des pratiques***

Le contrôle des connaissances en début de séance (tableau 25) montre l'influence de la composante institutionnelle sur la composante médiative des activités des enseignants. En effet, l'institution scolaire centrafricaine demande aux enseignants de réaliser systématiquement des évaluations des prérequis avant de débiter une séance.

L'enseignante P1 invite les élèves à réaliser le montage. Ce choix illustre la prise en charge de l'autonomie des élèves qui relève de la composante cognitive. Parfois, ses interventions vont jusqu'à la prise en charge de certaines tâches (par ex. schéma du circuit) ; il y a influence de la composante personnelle sur les composantes cognitive et médiative. L'enseignante P1 évoque le problème de l'effectif pléthorique des élèves et le manque de matériels didactiques (composante institutionnelle) mais elle est la seule des quatre enseignants à essayer de trouver des solutions (composante médiative) : par exemple, proposer aux élèves de venir devant le tableau noir faire l'expérience simple mais en ayant anticipé cette activité en demandant à l'avance aux élèves de se procurer des matériels de récupération. A contrario, l'enseignant P4 ne prend pas en compte l'activité attendue des élèves (allumer la lampe). Ce choix (voir

tableau 23) illustre l'influence de la composante institutionnelle (manque de matériels et effectif pléthorique) sur son activité. Les enseignants P1 et P4 respectent bien la prescription (réaliser le montage) mais de manière totalement différente puisque l'enseignante P1 fait participer les élèves mais pas l'enseignant P4. Leurs choix non fortuits résultent d'un compromis entre les composantes institutionnelle (traiter ce qui est prescrit) et cognitive (observer un phénomène électrique) de leurs activités. L'enseignant P4 évoque de même que l'enseignante P1, le problème de l'effectif pléthorique des élèves (composante institutionnelle) mais il n'a pas proposé de solution (composante médiative), comme le fait l'enseignante P1 ; il y a influence de la composante institutionnelle sur les composantes cognitive, médiative et personnelle de son activité.

En revanche, l'influence de la composante institutionnelle (manque de matériel expérimental) sur l'activité de l'enseignant P2 l'amène à montrer aux élèves des photos (voir tableau 21), alors que l'enseignant P3 fait seulement observer aux élèves quelques matériels (ampèremètre, interrupteurs, ...) mais sans réaliser le montage. Leurs choix peuvent être qualifiés de contingents et contraints et illustrent l'influence de la composante institutionnelle sur les composantes cognitive et médiative de leur activité.

### ***9.2.3 Résultats obtenus et littérature scientifique***

Nos résultats sont identiques à ceux trouvés par Slimi (2019), dans une étude doctorale portant sur une thématique de recherche voisine mais dans un contexte institutionnel différent : deux enseignants tunisiens de science physique lors de trois séances. Dans ces travaux, la recomposition des composantes à l'échelle de plusieurs séances montre que les enseignants sont guidés par des logiques d'actions en lien avec la nature de la séance et que les pratiques des enseignants sont caractérisées par certaines variabilités suite à la formation à des démarches d'enseignement-apprentissage de type investigation.

Nos résultats peuvent également être mis en regard de ceux trouvés par Kermen et Barroso (2013), même si le champ disciplinaire n'est pas le même, puisque leur étude est réalisée avec une enseignante de chimie, observée lors de deux séances en demi-classe. Leurs résultats montrent que la cohérence de l'activité de l'enseignante durant la séance est visible en mettant en regard les choix effectués.

« Celle-ci élabore un scénario qui laisse une place réduite aux manipulations des élèves, parce qu'elles prennent du temps. Lors du déroulement de la séance, elle guide très fortement les réponses des élèves pour aller à l'essentiel et se charge de compléter longuement par des moments d'exposition du savoir. Elle ne tolère pas l'appellation de précipité pour la suspension de poudre de cuivre et déroge à son projet initial, en

présentant ce qu'elle estime un savoir essentiel. De plus, elle maintient l'attention des élèves en faisant plusieurs fois référence à l'examen. Tous ces choix sont cohérents avec la représentation qu'elle semble avoir de sa mission, présenter aux élèves le plus d'aspects possible du contenu étudié » (Kermen et Barroso, 2013, p. 111).

Cette recherche montre que les composantes cognitive et médiative de la double approche permettent respectivement d'analyser *a priori* des tâches que l'enseignante propose aux élèves (telle que la fiche TP) et d'analyser le déroulement de la séance, en tenant compte des interactions entre l'enseignante et les élèves. Les composantes institutionnelle, personnelle et sociale touchent au côté ergonomique de la recherche.

« La comparaison du déroulement de la séance et des tâches prévues par l'enseignante, ainsi que ses commentaires, permettent de mettre en évidence une activité fondée sur une forte cohérence disciplinaire, contrainte par le temps et cantonnant la contribution orale des élèves à quelques moments précis pour mieux les accompagner » (*Ibid*, p. 91).

En ce qui concerne la logique d'action de l'enseignante, cette recherche montre que l'activité de cette enseignante est orientée vers la réussite de ses élèves mais sans pour autant sacrifier certains principes auxquels elle croit. Elle présente un scénario avec un contenu exhaustif qui traduit la cohérence disciplinaire qu'elle estime indispensable (composante cognitive et institutionnelle). De plus, pour mettre ses élèves en position favorable pour leur poursuite d'études (allusion à ceux qui iront en classe préparatoire),

« elle s'octroie la liberté de parler de notions qui ne sont pas au programme, ce qui est une marque de son expérience professionnelle, et prend soin de parsemer la séance de références historiques et citoyennes (composante personnelle). Elle veille à la maîtrise instrumentale de ses élèves en les reprenant pas à pas, malgré les aléas matériels, et les guide vers le but qu'elle s'est fixé coûte que coûte, au risque parfois de réduire leur contribution à un mot » (*Ibidem*, p. 110).

# CONCLUSION GENERALE

## 1. Discussion

Cette étude de cas nous a permis de présenter le contexte général de la place qu'occupent les activités expérimentales dans la construction du savoir dans l'enseignement de l'électricité en Centrafrique. La revue critique de la littérature nous a permis de mieux situer nos questions de recherche par rapport à certains travaux antérieurs réalisés dans le même domaine.

Le cadre théorique choisi pour cette étude nous a permis de reconstituer les choix des quatre enseignants, d'approcher leurs logiques d'action et de mettre à jour l'imbrication des différentes composantes de leurs activités et la cohérence des tâches effectuées. Nous avons convoqué également la théorie de deux mondes en postulant que pour que les élèves comprennent le concept d'intensité du courant et sa mesure, il est essentiel qu'ils parviennent à mettre en relation le monde des objets/événements et le monde des théories/modèles.

Nous avons observé et filmé les séances de classe puis organisé des entretiens semi-dirigés avec les quatre enseignants volontaires pour participer à notre étude. Les outils (transcriptions et synopsis) que nous avons conçus pourraient également être appliqués, nous semble-t-il, à d'autres travaux de recherche dans la lignée de ce que nous avons entrepris.

Les analyses que nous avons présentées permettent de caractériser l'activité des enseignants au cours d'une séance observée portant sur le même objet de savoir. Les résultats montrent que la simple description d'un phénomène électrique à travers l'expérimentation (ou non) est insuffisante pour amener l'élève à prendre goût à ce qui lui est enseigné, à l'assimiler et à en tirer profit pour lui-même et plus tard pour la communauté à laquelle il appartient. La prise en compte des deux approches (théorique et expérimentale) par les enseignants dans la construction du savoir en électricité pourrait aider à améliorer la qualité de leurs pratiques de classe.

Les résultats montrent que les cinq composantes (cognitive, médiative, institutionnelle, personnelle et sociale) peuvent caractériser les choix des enseignants en termes des tâches proposées aux élèves au cours d'une activité expérimentale. Les différences constatées au cours des séances observées montrent l'influence de la composante personnelle de l'activité de chaque enseignant sur ses composantes cognitive et médiative, en dépit d'une contrainte matérielle importante (composante institutionnelle). Malgré tout, chaque enseignant parvient à proposer des tâches à ses élèves pour les amener à étudier le savoir visé. Cependant, nous nous demandons s'il y a eu un réel apprentissage. En effet, la méthodologie de notre recherche ne permet pas de savoir si les élèves ont appris et qu'ont-ils réellement compris.

Notre recherche a permis de mettre en évidence des écarts importants entre ce qui est prévu d'être enseigné et ce qui est réellement enseigné à trois niveaux : au niveau de la définition de l'intensité du courant électrique, les institutionnalisations des enseignants observés mettant en avant la relation entre la quantité du courant électrique et la variation de temps ; au niveau de la détermination de la valeur de cette intensité par simple mesure à l'aide d'un ampèremètre ; au niveau de la démarche expérimentale, certains enseignants observés (par exemple P1 et P4) proposant aux élèves une suite d'activités expérimentales fortement orientées (P1) et dirigées (P4) susceptibles de permettre aux élèves de s'interroger sur la définition de l'intensité du courant et sa mise en œuvre expérimentale.

L'analyse des pratiques des quatre enseignants observés montre que la phase de la réalisation d'activité expérimentale varie d'un enseignant à un autre. Néanmoins, nous avons mis en évidence quatre enseignants qui apparaissent comme des sujets institutionnels différents par leurs postures professionnelles. L'une (enseignante P1) se caractérise par un dynamisme interactif qui essaye de privilégier une construction du savoir en s'appuyant sur les activités (expériences simples) autonomes des élèves. Les trois autres (enseignants P2, P3 et P4), au contraire, monopolise la parole dans de longues explications qui se soldent par des réponses aux questions qu'ils se posent eux-mêmes. Malgré tout, les quatre enseignants s'emploient au respect des prescriptions, quitte à faire fi de toute logique de construction des connaissances par les élèves.

## **2. Limites de la recherche**

Dans cette section, nous présentons quelques limites de notre recherche que nous jugeons intéressantes de discuter, même si elles sont nombreuses.

### ***2.1 Limites en relation avec la méthodologie utilisée***

Notre recherche était orientée vers l'observation de quatre enseignants centrafricains de sciences physiques (physique – chimie) exerçant dans des établissements différents. A partir de la méthodologie utilisée, nous considérons que les résultats de cette recherche, en relation avec les pratiques enseignantes, seraient plus représentatifs si le nombre d'enseignants que nous avons observé était élargi et réparti sur l'étendue de la capitale, voire sur l'ensemble du territoire centrafricain. Cependant, les observations des quatre enseignants permettent de neutraliser les paramètres en relation avec le milieu socioculturel des élèves et les différences qui se rapportent aux conditions matérielles de travail des enseignants. Ceci étant dit, une recherche menée à partir d'un échantillon comportant un nombre plus important d'enseignants et tenant compte des contraintes extérieures permettrait-elle d'aboutir à des résultats significatifs et plus pertinents ?

## **2.2 Limites en relation avec le cadre théorique convoqué**

Notre recherche présente un certain nombre de limites en relation avec le cadre théorique convoqué. Le cadre de la double approche didactique et ergonomique nous a permis de décrire les pratiques enseignantes de quatre enseignants centrafricains de sciences physiques lors des séances portant sur l'intensité du courant électrique et sa mesure, compte tenu des contraintes du travail, de les comprendre et de proposer des pistes d'explication (Kermen et Colin, 2017). La théorie des deux mondes nous a permis d'analyser la contribution épistémologique des quatre enseignants afin d'aider leurs élèves à distinguer le monde matériel d'une part, les théories et modèles qui permettent de le décrire ou de l'interpréter d'autre part. Cependant, le cadre théorique adopté pour cette recherche ne permet pas d'analyser les effets des pratiques enseignantes sur les éventuels apprentissages de physique chez les élèves.

Mais cette recherche montre que l'utilisation d'un cadre théorique élaboré en didactique des mathématiques permet, moyennant quelques adaptations, l'étude de l'activité d'enseignant de la physique.

### **2. Perspectives de recherches**

Dans cette section, nous proposons des perspectives de recherches futures et éventuellement des perspectives en termes d'amélioration des pratiques de formation des enseignants centrafricains de sciences physiques.

Au-delà de ce que nos lecteurs (étudiants, enseignants, chercheurs, etc.) pourront profiter de ce travail, nous envisageons divers prolongements pour l'enrichir :

- Une analyse de notre corpus en rapport avec l'évaluation des effets de l'enseignement reçu sur les apprentissages des élèves dans les classes par le biais d'une analyse des productions des élèves, par exemple en évaluations écrites. À travers ce type d'analyse, l'étude de l'effet de la formation des enseignants au sujet de l'enseignement des sciences fondé sur l'activité expérimentale serait élargie pour recouvrir à la fois les pratiques enseignantes et l'apprentissage des élèves. Ce type d'évaluation permettrait aussi de connaître le niveau des élèves, et leurs capacités de résoudre des tâches de contrôles pourraient fournir des indicateurs en relation avec les apprentissages potentiels des élèves et les évolutions au niveau des pratiques enseignantes.
- Mobiliser, au-delà de la théorie de la double approche didactique et ergonomique, le concept de PCK<sup>65</sup> comme cadre d'analyse pour caractériser les connaissances professionnelles des enseignants que nous relions à l'action dans la classe en analysant

---

<sup>65</sup> Pedagogical Content Knowledge

l'organisation de leur activité qui est représentée par le concept de schème (Vergnaud, 1990). Ce type d'analyse permettrait d'étudier comment les enseignants arrivent, dans leurs pratiques de classe, à articuler les différents domaines de connaissances : connaissances académiques de la discipline à enseigner SMK<sup>66</sup>, connaissances pédagogiques générales en matière d'enseignement PK<sup>67</sup> et les connaissances pédagogiques liées au contenu à enseigner PCK (Wilson, Shulman, & Richert, 1987), pour en tirer les évolutions possibles dans les pratiques enseignantes (Slimi, 2019).

### 3. Propositions

Au vu des résultats de cette recherche descriptive, quatre implications semblent se dégager :

- *Pour les enseignants*

L'analyse des pratiques expérimentales dans l'enseignement de la physique pourrait aider l'enseignant à prendre en compte les obstacles sous-jacents et des possibilités de compréhension des élèves pendant la préparation des activités expérimentales. Il prendrait ainsi conscience du chemin qu'il reste à parcourir entre les conceptions des apprenants et les objectifs qu'il doit élaborer pour l'enseignement. Il construirait ainsi les objectifs-obstacles (Martinand, 1992) sur lesquels repose l'apprentissage des concepts.

- *Pour les élèves*

Cette étude peut permettre une réflexion sur une interaction entre élèves et professeur et, entre groupes d'élèves, en vue de favoriser leur autonomie et la participation à la construction de leur propre savoir.

- *Pour la recherche en didactique des sciences*

Cette recherche peut servir d'appui aux différentes réflexions didactiques sur la pratique expérimentale et notamment l'élaboration des activités expérimentales de sciences physiques en tenant compte de la situation de travail (manque de matériels didactiques et effectifs pléthorique des élèves).

- *Pour les décideurs en éducation*

- De l'analyse des résultats de la recherche pourraient sortir des suggestions sur la fourniture et la gestion des équipements du matériel didactique en sciences physiques dans les établissements scientifiques du territoire centrafricain. En effet, le manque de matériel didactique peut entraver la mise en œuvre des activités expérimentales.

---

<sup>66</sup> Subject Matter Knowledge

<sup>67</sup> Pedagogical Knowledge

- Privilégier une formation du type clinique, autrement dit fondée sur l'articulation entre pratique et réflexion sur la pratique ;
- Faire en sorte que la mise en responsabilité des enseignants soit progressive, que l'autonomie se construise à travers expériences et stages gradués ;
- Former des professionnels disposant d'une gamme étendue de méthode et de modes d'animation de la classe ;
- Favoriser une approche intégrée de la didactique, articulant maîtrise des contenus, méthodologie et formation pédagogique ;
- Veiller à ce que la modalité de formation des enseignants soit cohérente avec les orientations pédagogiques qu'on leur propose ;
- Prendre en compte toutes les composantes du métier : travail en classe, aspects sociaux, relationnels, culturels, institutionnels de la profession aussi bien qu'aspects didactiques au sens large.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abragam, A (1986). *Reflections of a physicist*. Oxford, New York: Clarendon Press, Oxford University Press. <http://www.loc.gov/cardir/enhancements/fy0638/85021446t.html>
- Alexandre P., Dioum A., Drame O. & al., (1991). *Répertoire méthodologique sur les techniques d'organisation et d'enseignement dans les grands groupes*. Dakar : Conférence des Ministres de l'Éducation Nationale des pays ayant en commun l'usage du français (CONFEMEN).
- Altet, M. (2002). Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : L'analyse plurielle. *Revue française de pédagogie*, 138(1), 85-93.
- Arnold, M., & Millar, R. (1987). Being constructive: An alternative approach to the teaching of introductory ideas in electricity. *International Journal of Science Education*, 9(5), 553-563.
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Astolfi, et al. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences, repère, définitions, bibliographies*. Paris : De Boeck & Larcier.
- Astolfi, J.-P. (2006). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF.
- Astolfi, J.-P., & Giordan, A. (Éd.). (1978). *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* (1<sup>o</sup> éd). Paris : Presses universitaires de France.
- Audigier, F. & Fillon, P., (1992). *Enseigner l'histoire des sciences et des techniques. Une approche pluridisciplinaire*. Paris : INRP.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique* (éd. 1<sup>ère</sup> édition). Paris : Vrin.
- Bachelard, G. (2004). *Le rationalisme appliqué* (4<sup>ème</sup> édition.-Orig.ausg. 1949). Paris : PUF.
- Bachelard, S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèles et de justification des modèles. In Delattre P. et Thellier M. (éds), *Élaboration et justification des modèles*. Maloine éditeur.
- Bächtold, M., Munier, V., & Durand-Guerrier, V. (Éd.). (2018). *Épistémologie & didactique : Synthèses et études de cas en mathématiques et en sciences expérimentales*. Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.
- Banyombo, F., (1990). *Le système éducatif en République centrafricaine : Bilan et perspectives*. Thèse de doctorat. Université nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan.
- Bardin, L. (1996). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.
- Becchi, E. (1994). Le curriculum. D'un point de vue didactique à une perspective historique. *Histoire de l'éducation*, 61, 61-71.
- Bécu-Robinault, K. (2007). Connaissances mobilisées pour préparer un cours de sciences physiques. *Aster*, 45, 165-188.
- Bécu-Robinault, K. (2015). *Un cadre épistémologique pour concevoir des séances et analyser des pratiques d'étude et d'enseignement de la physique*. Note de synthèse Habilitation à diriger des recherches, Université de Toulouse.
- Bécu-Robinault, K., Buty, C., et Gaidioz, P. (2006). Démarche d'investigation et introduction d'un modèle électrocinétique en classe de cinquième. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 886, 955-964.

- Beillerot, J. (1998). *L'éducation en débats : la fin des certitudes*. Paris : L'Harmattan.
- Bergé, P. (1997). Sciences et culture, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 797, 1793-1796.
- Berliner, D. C., (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Education Research*, 35(5), 463-482.
- Bernard, C. (2003). *Introduction à L'étude de la médecine expérimentale*. [www.doi.org/10.1522/cla.bec.int](http://www.doi.org/10.1522/cla.bec.int)
- Biddle, B.J., & Berliner, D.C. (2002). Small Class Size and Its Effects. *Educational Leadership*, 59, 12-23.
- Bisault, J., & Berzin, C. (2009). Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire. *Éducation et didactique*, 3(2), 77-99.
- Boilevin, J.-M. (2000). *Conception et analyse du fonctionnement d'un dispositif de formation initiale d'enseignants de physique - chimie utilisant des savoirs issus de la recherche en didactique : un modèle d'activité et des cadres d'analyse des interactions en classe*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille 1, Marseille.
- Boilevin, J.-M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants*. Bruxelles : De Boeck.
- Borges, A. T., & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95-116.
- Bouard, R., Canac, S. & Kermen, I. (2022) Modélisation des transformations chimiques : mise en regard d'un programme et de pratiques enseignantes. *Recherches en Didactiques des Sciences et des Technologies*, 25, 69-100.
- Bouffard, T. (2011). Des apprenants autonomes ? Dans É. Bourgeois & G. Chapelle, *Apprendre et faire apprendre* (pp. 139-151). Paris : PUF.
- Boyer, R., & Tiberghien, A. (1989). Des opinions de professeurs et d'élèves sur l'enseignement des sciences physiques au lycée. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 712, 305-321.
- Bruner, J. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Harvard University Press, Cambridge.
- Bruner, J. S. (1996). Le rôle de l'interaction de tutelle dans la résolution de problème. Dans J. S. Bruner, *Le développement de l'enfant : savoir-faire, savoir dire* (5e éd., pp. 261-280). Paris, France : Presses universitaires de France.
- Bunge, M. (1973). *Method and matter*. Dordrecht-Holland: D. Deidel publishing company.
- Butlen, D., Pézard, M., & Masselot, P. (2006). *Comment former à l'enseignement des mathématiques en ZEP ? L'accompagnement des nouveaux titulaires*. *Cahiers Pédagogiques* 445. Consulté le février 6, 2018, sur <http://www.cahiers-pedagogiques.com/Comment-former-a-l-enseignement-des-mathematiques-en-ZEP-L-accompagnement-des-nouveaux-titulaires>.
- Caillot, M. (1985). Problem representations and problem-solving procedures in electricity. In R. Duit, Jung, W, Rhoeneck, C. von (Ed.), *Aspects of understanding electricity* (pp. 139-151). Kiel: Schmidt & Klaunig.
- Calmettes, B. (2012). *Modélisation pragmatiste de l'action didactique de l'enseignant*. Note de synthèse. Habilitation à diriger des recherches, Université Toulouse 2, Toulouse.
- Canal, J.-L., (1996). *Courant, tension, résistance et énergie. Essai de conceptualisation des grandeurs fondamentales en électricité*. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse.

- Chalmers, A. F. (1990). *Qu'est-ce que la science? Récents développements en philosophie des sciences: Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*. La Découverte.
- Chekour, M. (2019). *Contribution à l'amélioration d'acquisition de concepts en électricité chez les lycéens marocains*. Thèse de doctorat. Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan, Maroc.
- 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, Paris : Université Paris-Diderot - Paris VII. Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00450402/document>.
- Chevallard, Y. (1997). Familière et problématique, la figure du professeur. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(3), 17-54.
- Chevallard, Y., (1991). *La transposition didactique - du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La pensée sauvage
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Closset, J.-L. (1983). *Le raisonnement séquentiel en électronique*. Thèse de 3e cycle, Université Paris 7, Paris.
- Closset, J.-L. (1989). Les obstacles à l'apprentissage de l'électrocinétique. *Bulletin de l'union des physiciens*, 716, 931-950.
- Closset, J.-L. (2002). La didactique des sciences : Ses acquis, ses questions. *Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale-Université de Liège*, 9(10), 101.
- Closset, J.-L., & Viennot, V. (1984). Contribution à l'étude du raisonnement naturel en physique. *Communication, Information, Médias, Théories*, 6(2-3), 398-420.
- Collectif Didactique pour enseigner. (2019). *Didactique pour enseigner*. Rennes : PUR.
- Colmez, F., (1978). Statut de l'observation et de l'activité expérimentale chez l'élève, In : *Revue française de pédagogie*, 45(1), 54-65.
- Coquidé, M. & Flageul, R. (1999). Conceptions d'étudiants professeurs des écoles sur l'expérimentation et obstacles corrélatifs à sa mise en œuvre à l'école élémentaire. *Aster*, 28, 33-52.
- Coquidé, M. (2000). *Le rapport à l'expérimental*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches, Université Paris Sud, Paris.
- Coquidé, M. (coord.) (1998). *L'expérimental dans l'enseignement de la biologie* (Rapport final de la recherche associative INRP/IUFM Rouen). Paris: INRP.
- Corbell, J. (1992), L'histoire de la Gestalt au Québec. *La revue québécoise de Gestalt*, 1(1), 1-14.
- Cosgrove, M., Osborne, R., Carr, M. (1985). Children's intuitive ideas on electric circuit and the modification of those ideas. In R. Duit, Jung, W., Rhoeneck, C. von (Ed.), *Aspects of understanding electricity* (pp. 247-256). Kiel: Schmidt & Klaunig .
- Coulanges, L., & Robert, A. (2015). Les mathématiques dans les activités du professeur – Conséquences pour la formation. Dans L. Theis (Éd.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage* (pp. 81-94). Alger : Actes du colloque EMF – GT1. Repéré à <http://emf.unige.ch/files/9814/6416/3706/ACTESEMF2015COMPLET.compressed.pdf>.

- De Hosson, C. & Elias, F. (2021). La théorie des deux mondes, un outil d'analyse d'une pratique enseignante innovante à l'université : le cas de l'enseignement de la physique par l'escalade. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 24, 185-210.
- De Landsheere, V. (1992). *L'éducation et la formation*. Paris. PUF.
- De Vecchi, G. (1992). *Aider les élèves à apprendre*. Paris : Hachette Education.
- De Vecchi, G., & Giordan, A. (1989). *L'enseignement scientifique. Comment faire pour que ça marche ?* Nice, Z'Éditions.
- Delgado, I. (2020). *L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique comme une stratégie possible pour surmonter des difficultés dans l'interprétation des représentations graphiques  $x(t)$  de la cinématique classique*. Thèse de doctorat. Université de Paris Diderot, Paris.
- Desit-Ricard, I. (2001). *Une petite histoire de la physique*. Ellipses.
- Develay, M. (1989). Sur la démarche expérimentale. *Aster*, 8, 3-15.
- Develay, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : ESF.
- Diallo, A. O. & Larcher, C. (2009). *Enseignement et apprentissage de la chimie en Afrique perspectives au collège en Guinée-Conakry*. Paris : L'Harmattan.
- Dognon, A.Z.M., (2020). *Analyse didactique de l'enseignement de la loi d'ohm en quatrième : de la dynamique curriculaire aux pratiques de classe*. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Benin.
- Driver, R. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Drouin, A. M. (1988). Le modèle en question. *Aster*, 7, 1-20.
- Dubet, F. (2004). *L'école des chances. Qu'est-ce qu'une école juste ?*, Seuil : Paris.
- Dumas-Carré, A. & Goffard, M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problème en physique*. Paris : A. Colin.
- Dupin J.-J. & Joshua S. (1988). Conceptions en électrocinétique, Permanences géographiques et évolution dans le temps. *Technologies, Idéologies, Pratiques*, 2, 23-41.
- Dupin, J.-J., Johsua, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: structure and evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(9), 791-806.
- Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Fenouillet, F. (2017). *La motivation*. Paris : Dunod.
- Feynman (1980). *La nature de la physique*. Paris : Seuil.
- Fiadzawoo, J. K. (2017). *Vers l'enseignement stratégique de la production écrite dans les lycées dans la Métropole de Cape Coast au Ghana*. Thèse de doctorat. University of Cape Coast, Ghana.
- Fourez, G. (1992). *La construction des sciences*. Bruxelles : De Boeck.
- Fourez, G. (2003) *Apprivoiser l'épistémologie*. Bruxelles : De Boeck.

- Fréchengues, P. & Dusseau, J.-M. (1996). Les programmes actuels d'électricité en classe de quatrième, troisième et seconde analysés dans une perspective historique. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 788, 1615-1626.
- Fredette, N. & Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 18(3), 194–198.
- Gaidioz P., Vince J., Tiberghien A., (2004). Aider l'élève à comprendre le fonctionnement de la physique et son articulation avec la vie quotidienne. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 98(866), 1029-1042.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1995). *Stretching models too far*. Paper given at the NARST Annual Conference, San Francisco, 22–26 April, 1995.
- Giordan, A. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Le Centurion/Formation.
- Giordan, A. (1996). Les conceptions de l'apprenant : un tremplin pour l'apprentissage. *Sciences humaines Hors-série n°12, fév.,-mars*, 48-50.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel-Paris : Delachaux & Niestlé.
- Giordan, A., Snyders, G., Canguilhem, G., Heller, H. C., Host, V. (1976). « Rien ne sert de courir, il faut partir à point » : Tentatives d'appropriation de la démarche scientifique expérimentale par des enfants de 9 à 14 ans : Schématisation pour réflexion. Université Paris Descartes.
- Giuseppin, M. (1996). Place et rôle des activités expérimentales en sciences physiques. *Didaskalia*, 9, 107–118.
- Goffard, M., & Larcher, C. (2004). *L'expérimental dans la classe : Enjeux, références, fonctionnements, contraintes*. Département Didactique des disciplines. Paris : INRP.
- Gomez, M.-R., Huannou, A. (2009). *L'éducation au service du développement*, Conseil des Investisseurs Privés du Bénin, Cotonou, CAAREC, coll. « Études ».
- Guilbert, L., & Meloche, D. (1993). L'idée de science chez les enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions ? *Didaskalia*, 2, 7-30.
- Guyon, J.-A., Mousseau, M.-J. & Tutiaux-Guillon, N. (1993). *Des nations à la nation. Apprendre et conceptualiser*. Paris : INRP.
- Hacking, I. (1989). *Concevoir et expérimenter*. Paris : Christian Bourgois.
- Hanushek E. A. (1998). *The Evidence on Class Size*, University of Rochester: Institute of political Economy.
- Havard, N. (1996). Student attitudes to studying A-level sciences. *Public Understanding of Science*, 5(4), 321–330.
- Henon, F., (2006). *Les travaux pratiques en classe de seconde De l'expérience à la construction des savoirs, quelle activité proposer aux élèves ?* IUFM de Bourgogne, France.
- Hersant, M. (2004). Caractérisation d'une pratique d'enseignement, le cours dialogué. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 4(2), 241-258.  
<http://server2.docfoc.com/uploads/Z2015/12/26/1koY3p4pMU/5a9f4b6679bd468fb0e9a9d541487e09.pdf>
- Hucke, L., & Fischer, H. E. (2002). The link of theory and practice in traditional and in

- computer-based university laboratory experiments. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 205-218). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Isambert-Jamati, V. (1990). *Les savoirs scolaires : enjeux sociaux des contenus d'enseignement et de leurs réformes*. Paris : Editions universitaires.
- Johsua, S. (1984). Effets comparés de la présence et de l'absence d'un schéma dans la conduite d'un raisonnement en électrocinétique. *Bulletin de l'union des physiciens*, 660, 523-530.
- Joshua, S. (1994). Quelques conditions d'évolution d'un objet d'enseignement en physique : exemple des circuits électriques. In G. Arsac, Y. Chevallard, J.-L. Martinand, & A. Tiberghien (Eds). *La transposition didactique à l'épreuve*. (pp. 9-33). Grenoble : La pensée sauvage.
- Johsua S., (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire, *Aster*, 8, 29-53.
- Johsua, S. & Dupin, J.-J. (1988). Expérimentation d'approches hypothético-déductives de la physique en classe de seconde: conditions et évaluations. *Vol.1 Enseignement de l'électrocinétique*. Rapport de recherche présenté le 1<sup>er</sup> juillet 1989. ENS de Lyon.
- Johsua, S. & Dupin, J.-J. (1989). *Représentations et modélisations: le « débat » scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*, Berne : Peter Lang.
- Johsua, S. & Dupin, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : P.U.F.
- Kane, S. (2011). Les pratiques expérimentales au lycée- Regards croisés des enseignants et de leurs élèves. *Radisma*, 7, 1-26.
- Karsenti, T. (1997). Comment le recours aux TIC en pédagogie universitaire peut favoriser la motivation des étudiants : le cas d'un cours médiatisé sur le Web. *Cahiers de la recherche en éducation*, 4(3), 455-484.
- Kermen, I. & Colin, P. (2017). Trois mises en œuvre d'une transformation chimique pour introduire le thème des piles : des choix didactiques très contrastés. *Éducation et didactique*, 11(2), 187-212.
- 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.
- Kirk, J., & Miller, M. (1986). *Reliability and Validity in Qualitative Research*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412985659>
- Kpokpolingou K, J.-P., & Boilevin J.-M., (2020). De l'activité expérimentale à la construction du savoir incluant l'usage des outils mathématiques : enseignement de l'électricité au collège en Centrafrique, *Annales de l'Université de Bangui*, série A, n° 13, [www.credef-ub.org](http://www.credef-ub.org)
- Kuhn, T. S. (1991). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- Laborde, C., Coquidé, M., & Tiberghien, A. (2002). Les situations de formation en vue de l'apprentissage du savoir scientifique et mathématique. Dans A. Tiberghien, *Des connaissances naïves au savoir scientifique. Programme École et sciences cognitives* (pp. 81-108).
- Lacroix, M.-E., & Potvin, P. (2009). *Le décrochage scolaire*. Québec : Réseau d'information pour la réussite éducative (RIRE). <http://rire.ctreq.qc.ca/le-decrochage-scolaire-version-integrale/>.

- Laferrière, T. (1997). *Rechercher l'équilibre au sein des environnements d'apprentissage intégrant les technologies de l'information : préparer les futurs choix*. Toronto : Conseil des ministres de l'Éducation du Canada.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construction des concepts en physique*. Paris : Hachette.
- Leontiev, A. (1976). *Le développement du psychisme*. Paris : Editions sociales.
- Leontiev, A.-N. (1978). *Activity, consciousness and personality*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Leplat, J. & Hoc, J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive*, 3(1), 49-63.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail*. Paris : PUF.
- Liegeois, L. & Mullet, E. (2002). High school students' understanding of resistance in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 24(4), 551- 564.
- Louyindoula Bangana Yiya, C.P. (2017). *Impact des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes d'électromagnétisme*. Thèse de doctorat. ENS, Université Marien Ngouabi, Congo.
- Makengo, N. (2013). *Analyse didactique de pratiques d'enseignement de l'électrocinétique : Le cas de deux professeurs de lycée angolais*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse Le Mirail, Toulouse.
- Malafosse, D., Lerouge, A., & Dusseau, J.-M. (2000). Étude, en inter-didactique des mathématiques et de la physique, de l'acquisition de la loi d'Ohm au collège : espace de réalité. *Didaskalia*, 16, 81-106.
- Malafosse, D., Lerouge A. & Dusseau, J.-M. (2001a). 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, 61-98.
- Malafosse, D., Lerouge A. & Dusseau, J.-M. (2001b). Changement de registres sémiotiques en didactique de la physique : exemple de la loi d'Ohm au collège. *Skholê*, numéro Hors-série, pp. 11-17.
- Martinand, J.L. (1986), *Connaître et transformer la matière ; des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne : Peter Lang.
- Martinand, J.-L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : I.N.R.P.
- Martinand, J.-L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants, *Aster*, 19, 61-75.
- 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.
- Mathy, P. (1997). *Donner du sens aux cours de sciences. Des outils pour la formation éthique et épistémologique des enseignants*. Paris : De Boeck.
- Méheut, M., (1996). Enseignement d'un modèle particulaire cinétique de gaz au collège. Questionnement et situation. *Didaskalia*, 8, 7-32.
- Michaelowa, K. (2001). *Dépenses d'éducation, qualité de l'éducation et pauvreté: L'exemple de cinq pays d'Afrique francophone*, Document technique n° 157, Centre de Développement de l'OCDE, Paris.

- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. Paper prepared for the National Committee: High School Science Laboratories. Role and Vision.  
[http://www.informalscience.org/images/research/Robin\\_Millar\\_Final\\_Paper.pdf](http://www.informalscience.org/images/research/Robin_Millar_Final_Paper.pdf).
- Mingat, A., & Suchaut, B. (2000). *Les systèmes éducatifs africains : une analyse économique comparative*. Bruxelles : De Boeck.
- Missonnier, M.-F. (1996). Etude et cohérence des raisonnements en électricité. *Mémoire de tutorat*. Université Paris VII, Paris.
- Missonnier M.-F. & Closset J.-L. (2004). Observation de chemins suivis par les élèves dans l'apprentissage des bases de l'électrocinétique. *Didaskalia*, 25, 63-88.
- 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.
- Ngono, B. (2003). *Étude des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP : effets éventuels de ces pratiques sur les apprentissages. Histoire et perspectives sur les mathématiques*. Thèse de doctorat. Université Paris VII - Denis Diderot, Paris.
- Niedderer, H., Aufschnaiter, S. V., Tiberghien, A., Haller, K., Hucke, L., Sander, F., & al. (2002). Talking physics in labwork contexts - A category-based analysis of videotapes. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and learning in the Science laboratory* (pp. 31- 40). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic.
- Nkolo, E., (2000). Vers une pédagogie centrée sur les conceptions initiales des élèves en didactique des sciences physiques. Exemple des concepts de poids et de masse, *Mémoire DEA*. Université Cheikh Anta Diop (ENS), Dakar.
- Noupet Tatchou G., (2004) Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques : cas de quelques expériences de cours en Electrocinétique, *Mémoire DEA*, Université Cheikh Anta Diop (ENS), Dakar.
- Orange, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris :PUF.
- Osborne, J., Driver, R., & Simon, S. (1998). Attitudes To Science: Issues and Concerns. *School Science Review*, 79(288), 27–33.
- Osborne, J.-F., Black, P., Meadows, J., & Smith, M. (1993). Young children's ideas about light and their development. *International Journal of Science Education*, 15(1), 83-89.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technology Education*, 1, 73-82.
- Osborne, R., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Paillé, P. (2007). La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante : douze devis méthodologiques exemplaires. *Recherches qualitatives*, 27(2), 133-151.
- Paillé, P., & Mucchielli, A. (2008). Chapitre 1 - Choisir une approche d'analyse qualitative. Dans P. Paillé, & A. Mucchielli, *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (pp. 13-32). Paris : Armand Colin.
- Paratore, N., (2008). Schémas électriques et circuits électriques : clarification des concepts et état de leurs représentations chez des élèves de 3eme de collège. *Représentations en Éducation*, 1, 22-33.

- Pastré, P. (2007). Quelques réflexions dures l'organisation de l'activité enseignante. *Recherche et formation*, 56, 81-93.
- Periago, M.C., & Bohigas, X. (2005). A study of second year engineering students' alternative conceptions about electric potential, current intensity and Ohm's law. *European Journal of Engineering Education*, (30)1, 71-80.
- Pope, C., & Mays, N. (2006). Qualitative methods in health research. Dans C. Pope, & N. Mays (Éds.), *Qualitative research in health care* (pp. 1-11). Malden: Blackwell Publishing.
- Popper, K. (1973). *La logique de la découverte scientifique*. Paris : Payot.
- Raynal, F. & Rieunier, A. (1997). *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés. Apprentissages, formation et psychologie cognitive*. Paris : ESF.
- Robardet, G. (1995). *Didactique des sciences physiques et formation des maîtres : contribution à l'analyse d'un objet naissant*. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, Grenoble. .:
- Robardet, G., & Guillaud, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques : De la recherche à la pratique : théories, modèles, conceptions et raisonnement spontané*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Robert, A. (1998). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques*, 18(2), 139-190.
- Robert, A. (2007). Stabilité des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré): une hypothèse, des inférences en formation. *Recherches en didactique des mathématiques*, 27(3), 271-311.
- Robert, A. (2008). Sur les apprentissages des élèves : une problématique inscrite dans les théories de l'activité et du développement. In F. Vandebrouck, *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 33-44). Toulouse : Octarès.
- Robert, A. (2012). Une analyse qualitative du travail des enseignants de mathématiques du second degré en classe et pour la classe – éléments méthodologiques. Actes du Colloque *Les méthodes d'analyse des pratiques d'enseignement : un regard comparatif*. XVIIe Congrès Mondial AMSE, Recherche en Éducation et en Formation : Enjeux et Défis aujourd'hui. Université de Reims 3-8 juin 2012.
- 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. DOI : [10.4000/educationdidactique.1749](https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1749).
- Roditi, E. (2003). Régularité et variabilité des pratiques ordinaires d'enseignement. : Le cas de la multiplication des nombres décimaux en sixième. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(2), 183-216.
- Roditi, E. (2015). Diversité, variabilité et convergence des pratiques enseignantes. *Proceedings of the 2015 annual meeting of the Canadian mathematics education study group / acts. 39 th Annual Meeting* (pp. 3-15.), Université de Moncton.
- Rogalski, J. (2003) Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactiques des mathématiques*, 23(3), 343-388.

- Rogalski, J. (2017). Analyse de l'activité de l'enseignant à partir de sa communication avec la classe/les élèves. In M.-J. Perrin-Glorian & Y. Reuter (Éd.), *Les méthodes de recherche en didactiques* (pp. 85-98). <http://books.openedition.org/septentrion/14892>.
- Rogalski, J., & Robert, A. (2015). De l'analyse de l'activité de l'enseignant à la formation des formateurs. Le cas de l'enseignement de mathématiques dans le secondaire. Dans V. Lussi Borer, M. Durand, & F. Yvon (Eds.), *Analyse du travail et formation dans les métiers de l'éducation* (pp. 95–113). Louvain-la-Neuve : De Boeck.
- Rosmorduc, J. (1985). *Une histoire de la physique et de la chimie : De Thalès à Einstein*. Paris : Éd. du Seuil.
- Rouffiac-Missonnier, M.-F. (2002). *Mise en évidence de chemins d'apprentissage des élèves lors d'une ingénierie didactique d'électrocinétique*. Thèse de doctorat. Université Paris 7, Paris.
- Ruthven K., Laborde C., Leach J. & Tiberghien A. (2009). Design tools in didactical research: Instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. *Educational researcher*, vol. 38, no 5, p. 329-342.
- Saadi. J. (1998). *Les conceptions des étudiants concernant la conduction électrique et la nature du courant*. Mémoire de DEA de didactique des sciences. Université de Tunis 1.
- Saadi. J. (2005). *La didactique des sciences physiques*. Cours de didactique des sciences. Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue, Université de Tunis 1.
- Samurçay, R., & Rabardel, P. (2004), Modèles pour l'analyse de l'activité et des compétences. Dans R. Samurçay & P. Pastré (dir), *Recherches en didactique professionnelle* (pp. 163-180), Toulouse : Octares.
- Schlichting, H. J. (1991). Zwischen common sense und physikalischer Theorie - wissenschaftstheoretische Probleme beim Physiklernen. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 44(2), 74-80.
- Schneuwly, B., Dolz, J., & Roveaux, C. (2006). Le synopsis : un outil pour analyser les objets enseignés. Dans M.-J. Perrin-Glorian & Y. Reuter (Éd.), *Les méthodes de recherche en didactiques* (pp. 175-189). Villeneuve d'Ascq : Septentrion.
- Schunk, D. H. (1996). *Learning theories*. Printice Hall Inc., New Jersey.
- Seck, M., (2008). Analyse de la vie du savoir en classe de physique. Cas de l'énergie en 1<sup>ère</sup> S. *Didaskalia*, 33, 89-119.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Eléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., & Laubé, S. (2007). An epistemological approach to modeling: Case studies and implications for science teaching. *Science Education*, 92(3), 424-446.
- Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., Laubé, S., & Griggs, P. (2008). An epistemological approach to modeling : Cases studies and implications for science teaching. *Science Education*, 92(3), 424-446. <https://doi.org/10.1002/sce.20268>
- Shipstone, D. M., Rhöneck von, C., Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J. J., Johsua, S., & Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 3, 303-316.
- Simpson, R.L, & Myles, B.S. (1990). *The General Education Collaboration Model: A Model for Successful Mainstreaming*. *Focus on exceptional children*, 23(4), 1-10.

- Slimi, J. (2019). *Effets d'une formation en démarche d'investigation sur les pratiques enseignantes : Cas des enseignants tunisiens de physique* [Thèse de doctorat]. Université de Bretagne occidentale - Brest ; Université virtuelle de Tunis.
- Soudani, Olfa. (1996). *Statut et rôle de l'expérience en sciences physiques au collège : perception d'enseignants et d'élèves de troisième*. Mémoire de D.E.A de didactique de sciences physiques. Inédit. Université Joseph Fourier, Grenoble 1, France.
- Stockmayer, S. M., & Treagust, D. F. (1996). Images of electricity: How do novices and experts model electric current? *International Journal of Science Education*, 18(2), 163-178.
- Taoufik, M., Abouzaid, A., & Moufti, A. (2016). Les Activités Expérimentales Dans L'enseignement Des Sciences Physiques: Cas Des Collèges Marocains. *European Scientific Journal, ASJ*, 12(22), 190-212. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n22p190.
- Thuiller, P. (1989). Les jésuites ont-ils été les pionniers de la science moderne ? *La recherche*, 19, 88-92.
- Tiberghien A. & Delacote G. (1976). Manipulation et représentations de circuits électriques simples chez les enfants de 7 à 12 ans. *Revue française de pédagogie*, 34, 32-44.
- Tiberghien A., (1989). Transposition didactique, cas de la physique, In *La transposition didactique en mathématique, physique et biologie*, Lyon : LIRDIST. pp.37-57.
- Tiberghien, A., & Delacôte, G. (1976). Manipulation et représentations de circuits électriques simples chez des enfants de 7 à 12 ans. *Revue Française de Pédagogie*, 34, 32-44.
- Tiberghien, A. et Vince, J., (2005). Études de l'activité des élèves de lycée en situation d'apprentissage de la physique. In *Pluralité des langues et des supports : Descriptions et approches didactiques*, Cahier du français contemporain n°10 (coordonné par V. Pugibet et N. Gettliffe-Grant), ENS éditions.
- Tiberghien, A., Psillos, D. & Koumaras, P. (1995). Physics instruction from epistemological and didactical bases, *Instructional Science*, 22, 423-444.
- Venturini, P. (2004). Attitude des élèves envers les sciences : le point des recherches. *Revue française de pédagogie*, 149, 97-121.
- Venturini, P. (2007). The contribution of the theory of relation to knowledge to understanding students' engagement in learning physics. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1065-1088
- Vianin, P. (2007). *La motivation scolaire. Comment susciter le désir d'apprendre*. Bruxelles : De Boeck.
- Viau, R. (2002). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles : De Boeck.
- Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique : la part du sens commun*. Paris, Bruxelles : De Boeck & Larcier.
- Viennot, L. (dir.) (2008). *Didactique, épistémologie et histoire des sciences. Penser l'enseignement*. Paris : PUF.
- Vince, J., Tiberghien, A. (2001). Modelling in teaching and learning elementary physics on sound. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis, & M. Kallery (Ed.), *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society, Vol. 1* (pp. 38-50). Thessaloniki, Greece: Aristotle University of Thessaloniki.

- Willson, S., Shulman, L. S., & Richert, A. (1987). « 150 different ways » of knowing: Representations of knowledge in teaching. Dans J. Calderhead (Éd.), *Exploring teachers' thinking* (pp. 104-124). London: Cassell.
- Wright M. (1977). *L'imagination sociologique*. Maspéro, Paris.

## **LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES**

**ACFPE** : Agence Centrafricaine de Formation Professionnelle en Entreprise

**APPR** : Accord Politique pour la Paix et la Réconciliation

**BC** : Brevet de collèège

**CEF1** : certificat élémentaire du fondamental 1

**CEMAC** : Communauté économiques et monétaire d’Afrique centrale

**DGSP** : Direction générale des statistiques et de la planification

**EPS** : Education physique et sportive

**ESR** : Enseignement supérieur et la recherche scientifique

**ETP** : Enseignements techniques et professionnels

**HDR** : Habilité à diriger des recherches

**IDH** : Indice de Développement Humain

**INJS** : Institut National de la Jeunesse et des Sports

**INRAP** : Institut national de recherche et d’animation pédagogique

**MENRST** : Ministère de l’Éducation nationale, de la recherche scientifique et technique

**PSE** : Plan sectoriel de l’éducation 2020-2029 de la République centrafricaine

**PSE** : Plan sectoriel de l’éducation

**PTF** : Partenaires techniques et financiers

**RCPCA** : Relèvement et Consolidation de la Paix en Centrafrique

**RESEN** : Rapport d’État sur le Système Educatif National

## **LISTE TABLEAU**

**Tableau 1** : Prise chronologique des principaux événements politico-sécuritaires en RCA (RESEN, 2018, p.26)

**Tableau 2** : Composition du corps enseignant du cycle secondaire (Source : Plan sectoriel de l'éducation, 2020)

**Tableau 3** : Répartition par cycle d'enseignement des dépenses de l'éducation sur ressources propres, 2018 et 2019

**Tableau 4** : Répartition par cycle d'enseignement des dépenses totales de l'éducation (y compris sur ressources extérieures)

**Tableau 5** : Objectifs de l'intensité du courant et répartition horaire

**Tableau 6** : Quelques résultats des travaux de recherches menés en lien avec la DADE

**Tableau 7** : récapitulatif des informations concernant les enseignants

**Tableau 8** : récapitulatif des objectifs d'enseignement du circuit électrique simple et son fonctionnement en classe de quatrième

**Tableau 9** : extraits et récapitulatif des objectifs d'enseignement de l'intensité du courant et sa mesure en classe de troisième

**Tableau 10** : tâches prescrites et activités potentielles des élèves pendant la phase expérimentale

**Tableau 11** : catégorisation des connaissances en lien avec l'idée des deux mondes

**Tableau 12** : répartition de la fiche de préparation de P1 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves

**Tableau 13** : répartition de la fiche de préparation de P2 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves

**Tableau 14** : répartition de la fiche de préparation de P3 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves

**Tableau 15** : répartition de la fiche de préparation de P4 en fonction des tâches et des activités attendues des élèves.

**Tableau 16** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P1 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

**Tableau 17** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P2 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

**Tableau 18** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P3 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

**Tableau 19** : répartition et catégorisation de la fiche de préparation de P4 en fonction des liens possibles entre les deux mondes

**Tableau 20** : répartition temporelle (en minutes et secondes) des phases et épisodes pour P1

**Tableau 21** : répartition temporelle (en minutes et secondes) des phases et épisodes pour P2

**Tableau 22** : répartition temporelle (en minutes et secondes) des phases et épisodes pour P3

**Tableau 23** : répartition temporelle (en minutes et secondes) des phases et épisodes pour P4

**Tableau 24** : activités effectuées en classe (extraits des synopsis)

**Tableau 25** : synthèse au niveau des logiques d'action des enseignants et des différents déterminants des pratiques

## **LISTE DES FIGURES**

**Figure 1** : carte géographique de la République centrafricaine

**Figure 2** : Organisation du système éducatif centrafricain

**Figure 3** : Relations entre les modèles, les théories et la réalité empirique

**Figure 5** : chaîne illustrant la transposition didactique

**Figure 6** : Les différents types d'obstacles

**Figure 7** : Distinction entre deux mondes, fondée sur la modélisation en physique (Gaidioz, Vince, Tiberghien, 2004, p. 1031)

**Figure 8** : Double catégorisation de connaissances (Tiberghien et al., 2009, p. 2287)

**Figure 9** : implantation des trois établissements dans la ville de Bangui

**Figure 10** : salle de classe d'établissement public LBB (P2 et ses 89 élèves)

**Figure 11** : salle de classe d'établissement public LBB (P3 et ses 78 élèves)

**Figure 12** : salle de classe d'établissement public LG (P4 et ses 92 élèves)

**Figure 13** : extrait d'un synopsis

**Figure 14** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase prérequis)

**Figure 15** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 1)

**Figure 16** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 2)

**Figure 17** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 3)

**Figure 18** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase expérimentale 3)

**Figure 19** : extrait de la fiche de préparation de P1 (phase de mobilisation)

**Figure 20** : extrait de la fiche de préparation de P2 (phase prérequis)

**Figure 21** : extrait de la fiche de préparation de P2 (phase expérimentale)

**Figure 22** : extrait de la fiche de préparation de P2 (phase de mobilisation)

**Figure 23** : extrait de la fiche de préparation de P3 (phase expérimentale)

**Figure 24** : extrait de la fiche de préparation de P3 (phase théorique)

**Figure 25** : extrait de la fiche de préparation de P4 (phase expérimentale 1)

**Figure 26** : extrait de la fiche de préparation de P4 (phase théorique)

**Figure 27** : extrait de la fiche de préparation de P5 (phase expérimentale 2)

**Figure 28** : extrait de la fiche de préparation de P4 (phase de mobilisation)

**Figure 29** : l'élève E9 propose un montage électrique et assisté de l'enseignante P1

**Figure 30** : l'enseignant P2 montre aux élèves la photo de l'ampèremètre

**Figure 31** : l'enseignant P3 montre aux élèves quelques matériels

**Figure 32** : l'enseignant P4 propose aux élèves le montage électrique

## **LISTE DES GRAPHIQUES**

**Graphique 1** : Proportion des établissements ayant subi une attaque entre 2013 et 2015  
(RESEN, 2018, p. 54)

**Graphique 2** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P1

**Graphique 3** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P2

**Graphique 4** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P3

**Graphique 5** : Répartition du temps entre les types d'épisodes dans la classe de P4

## **LISTE DES SCHEMAS**

**Schéma 1** : Organisation du système éducatif centrafricain, (PSE, 2020, p. 58)

**Schéma 2** : illustration et description de la double approche didactique et ergonomique en lien avec les cinq composantes des pratiques enseignantes (à partir de Kermen, 2018, cité par Bouard et al., 2022, p. 74)

**Schéma 3** : L'activité de l'enseignant en classe (Robert, 2008)

**Schéma 4** : reproduction de la relation entre tâche prescrite et tâche effective (Leplat, 1997)

**Schéma 5** : Illustration du plan de la classe

**Schéma 6** : méthodologie de prise des données audio-visuelles

**Schéma 7** : méthodologie de traitement et analyse des données audio-visuelles

**Schéma 8** : schéma d'un circuit électrique simple pour faire allumer une lampe

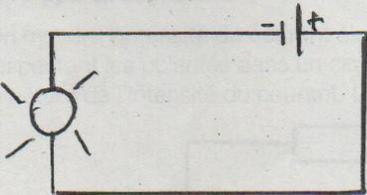
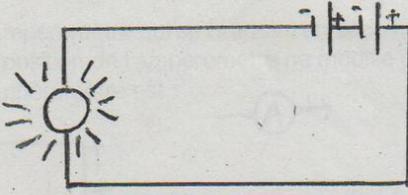
## **SOMMAIRE DES ANNEXES**

<b>Annexe 1</b> : Fiche de préparation de l'enseignante P1.....	260
<b>Annexe 2</b> : Fiche de préparation de l'enseignant P2.....	264
<b>Annexe 3</b> : Fiche de préparation de l'enseignant P3.....	267
<b>Annexe 4</b> : Fiche de préparation de l'enseignant P4.....	270
<b>Annexe 5</b> : Synopsis de la séance de l'enseignante P1.....	274
<b>Annexe 6</b> : Synopsis de la séance de l'enseignant P2.....	283
<b>Annexe 7</b> : Synopsis de la séance de l'enseignant P3.....	295
<b>Annexe 8</b> : Synopsis de la séance de l'enseignant P4.....	303
<b>Annexe 9</b> : Transcription de la séance de l'enseignante P1.....	316
<b>Annexe 10</b> : Transcription de la séance de l'enseignant P2.....	326
<b>Annexe 11</b> : Transcription de la séance de l'enseignant P3.....	334
<b>Annexe 12</b> : Transcription de la séance de l'enseignant P4.....	342
<b>Annexe 13</b> : Extrait du programme de quatrième.....	351
<b>Annexe 14</b> : Extrait du programme de troisième.....	358



## Annexe 1 : Fiche de préparation de l'enseignante P1

FICHE (P1)

<p>Fiche N° :</p> <p>Discipline : Sciences physiques</p> <p>Matière : Physique</p> <p>Classe : 3<sup>ème</sup></p> <p>Thème : Electricité</p> <p>Séquence : notion d'intensité et sa mesure</p>	<p>Etablissement : GSEN_Bangui</p> <p>Effectifs : 69 élèves</p> <p>Filles : 13</p> <p>Garçons : 56</p> <p>Durée : 2 heures</p> <p>Date :</p>
<p><b>Plan de la leçon</b></p> <p>I. Notion d'intensité du courant et sa mesure</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intensité du courant électrique</li> <li>2. Mesure électrique en continu</li> </ol>	
<p><b>Objectifs de la séquence :</b> s'assurer que les élèves ont bien acquis les compétences attendues en classe de 4<sup>ème</sup> en électricité et qu'à la fin de la leçon, les élèves devront être capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître le sens conventionnel du courant et de le schématiser</li> <li>• Brancher un ampèremètre dans un circuit</li> <li>• Mesurer avec ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit</li> <li>• Donner le résultat de sa mesure avec l'unité</li> <li>• Montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série</li> </ul>	
<p><b>Prérequis :</b> compétences travaillées et disciplinaire en classe de 4<sup>ème</sup></p> <p><b>Connaissances et savoir-faire prévus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir que si dans un récepteur, les effets du courant sont plus grands, alors l'intensité du courant qui le traverse est plus grande</li> <li>• Savoir que l'intensité est notée I</li> <li>• Connaître l'unité d'intensité : l'ampère (A)</li> <li>• Savoir convertir les unités : A, mA, kA</li> <li>• Connaître l'appareil de mesure de l'intensité du courant (ampèremètre) et son symbole</li> <li>• Placer correctement un ampèremètre dans un circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle donné</li> <li>• Utiliser l'ampèremètre : connaître le sens de branchement et savoir brancher l'ampèremètre, choisir le calibre, donner le résultat de la mesure avec l'unité</li> <li>• Savoir qu'un appareil ne donne qu'une valeur approchée de la réalité</li> </ul>	
<p><b>1. Intensité du courant électrique</b></p> <p><b>1.1 Expérience</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>L'éclat est faible</p> <p>Le courant est moins intense</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>L'éclat est vif</p> <p>Le courant est intense</p> </div> </div>	

Page | 1

## 1.2 Définition

La quantité du courant qui traverse une section d'un conducteur par un temps donné s'appelle intensité du courant.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Q = quantité du courant, t = temps

I est exprimé en Coulomb (C) et t en seconde (s)

L'intensité du courant électrique est une grandeur physique dont le symbole usuel est la lettre I. L'intensité caractérise les effets du courant.

**Remarques :** plus le courant est important, plus l'intensité est grande. L'intensité du courant est analogue au débit d'un cours d'eau.

## 1.3 Unité

L'unité légale d'intensité du courant électrique est l'ampère. Le symbole est lettre A.

Les sous-multiples les plus utilisés sont :

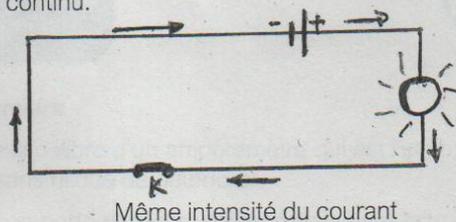
Le milliampère :  $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$

Le microampère :  $1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$

Le nano ampère :  $1\text{nA} = 10^{-9}\text{A}$

## 1.4 Courant continu

Un courant continu qui circule dans le même sens et dont l'intensité est constante au cours du temps s'appelle courant continu.



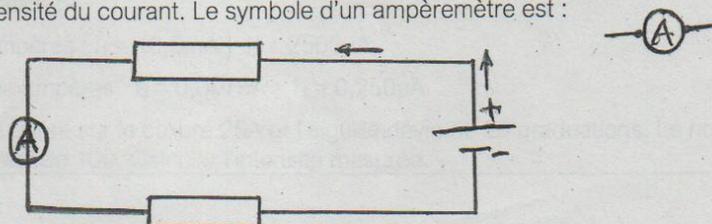
## 1.5 Sécurité

Les humains peuvent supporter une intensité de 10mA pendant 10s. Au-delà, il y a d'électrocution.

## 2. Mesure électrique en continu

### 2.1 Appareil de mesure

On mesure l'intensité du courant électrique avec un ampèremètre qui se branche en série en respectant les polarités dans un circuit électrique. La position de l'ampèremètre ne modifie pas la nature de l'intensité du courant. Le symbole d'un ampèremètre est :



**NB :** On peut utiliser un multimètre réglé en ampèremètre.

**Sécurité :**

Avant de faire une opération, il faut débrancher les générateurs ou s'assurer que le circuit n'est pas sous tension.

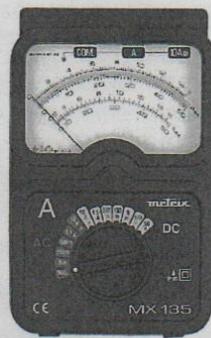
**Remarques :** Quel que soit sa place dans un circuit, un ampèremètre donne toujours la même indication. La borne + de l'ampèremètre doit être reliée à la borne + du générateur pour que l'aiguille dévie correctement.

**2.2 Différents types d'ampèremètre**

On distingue deux types d'ampèremètre :

- L'ampèremètre à aiguille ou analogique qui possède une aiguille déplaçant devant un cadran gradué.
- L'ampèremètre numérique ou logique ou digital dont l'intensité affichée par des chiffres sur un écran.

Analogique :



Numérique :



**2.3 Lecture d'un ampèremètre**

Pour lire, il faut connaître le calibre d'un ampèremètre qui est l'intensité maximale qui peut être supposée par l'appareil sans risque de détériorer.

Lorsque l'ampèremètre comporte plusieurs calibres, la lecture faite sur le cadran doit être multipliée par un facteur qui est fonction du calibre utilisé.

Le calibre utilisé doit être toujours supérieur à l'intensité du courant que l'on doit mesurer afin de ne pas endommager le multimètre.

**Calcul de l'intensité :**

Soit un ampèremètre comportant au total N divisions utilisé sur un calibre de valeur C dans un circuit pour laquelle l'aiguille dévie se fixe sur la division n peut se calculer par :

$$I = \frac{C * n}{N}, \quad I \text{ est en Ampère (A)} \quad \text{ou} \quad I = \frac{C * L}{\epsilon}, \quad L = \text{lecture et } \epsilon = \text{échelle}$$

**Exercice d'application :**

1. Convertir en ampères :  $I_1 = 10,5\text{mA}$  ;  $I_2 = 2500\mu\text{A}$
2. Convertir en milliampères :  $I_3 = 0,0075\text{A}$  ;  $I_4 = 0,250\mu\text{A}$
3. Un appareil est utilisé sur le calibre 25A et l'aiguille dévie de 20 graduations. Le nombre de graduation totale est de 100. Calculer l'intensité mesurée.



## Annexe 2 : fiche de préparation de l'enseignant P2

FICHE P2

Etablissement : Lycée Barthélemy BOGANDA

Discipline : Science Physique

Classe : 3ème

Thème : Electricité

Séquence : mesures électriques en courant continu

**Prérequis : contrôle de connaissances**

*Activités de l'enseignant : vérification des prérequis et questions aux élèves*

1. Qu'appelle-t-on un circuit électrique ?
2. Quels sont les éléments qui constituent un circuit électrique ?
3. Comment peut-on reconnaître le sens conventionnel d'un circuit électrique ?
4. Quels sont les différents types de montage d'un circuit électrique ?
5. C'est quoi un montage en série et en dérivation ou en parallèle ?
6. Comment réaliser un montage en série ou en dérivation ?
7. Comment connaître la tension et intensité d'un courant électrique ?
8. Quelle est l'unité de la tension et de l'intensité électrique ?

*Activités des élèves : répondre aux questions posées*

### Mesures électriques en courant continu

#### I. Définition d'un circuit électrique

Un circuit électrique est une chaîne de conducteurs constituée d'un ou plusieurs générateurs, d'un ou plusieurs récepteurs reliés entre eux par des fils de connexion.

#### I.1 L'intensité du courant électrique

L'intensité du courant électrique est la quantité d'électricité qui traverse une section de circuit par seconde. Elle se note  $I$  et s'exprime en Ampère. Son symbole est (A).

Ces relations suivantes nous permettent de calculer l'intensité du courant électrique :

$$I = \frac{Q}{t} \text{ ou } I = \frac{L \cdot C}{D}$$

Avec  $Q$  : quantité d'électricité (en coulomb C) et  $I$  : intensité (en ampère A).

**Exercice 1 :**

En  $2s$ ,  $8 \cdot 10^2$  d'électrons traversent un circuit. Quelle est l'intensité du courant électrique ?

**Exercice 2 :**

Un ampèremètre a un cadran comportant 100 divisions. Son calibre est 1 ampère. A quelle intensité correspond une déviation de l'aiguille de 75 divisions ?

**1.1.1 Ampèremètre et son installation**

L'ampèremètre indique l'intensité du courant qui le traverse. Il faut donc l'intercaler dans le circuit où l'on veut mesurer l'intensité.

L'ampèremètre se monte en série avec les autres appareils.

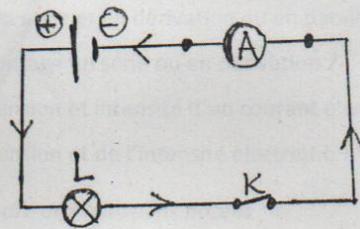


Schéma de montage

**1.2 La tension électrique**

Une tension électrique ou différence de potentiel (ddp) peut exister entre deux points, par exemple entre les bornes d'une pile. Si on relie ces deux points par un conducteur, un courant circule.

Une tension électrique est à l'origine de la circulation de ce courant. L'unité de tension est le volt de symbole (V). On utilise aussi ses multiples et sous-multiples.

**Exemple :** Le kilovolt, millivolt

$$1 \text{ kV} = 1000 \text{ V}$$

$$1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V}$$



## Annexe 3 : fiche de préparation de l'enseignant P3

FICHE (P3)

**Discipline :** Sciences physiques

**Etablissement :** Lycée B. BAGANDA

**Matière enseignée :** Physique

**Effectif total :** 97 élèves

**Classe de :** 3<sup>e</sup>

**Thème :** électricité

**Titre de la séquence :** Intensité du courant

**Plan de cours :**

**Intensité du courant**

1.2 Unité légale de l'intensité du courant

1.3 Le courant continu

1.1 Définition et intensité du courant

**Objectifs de la séquence :**

Connaître le sens conventionnel du courant et de le schématiser

Brancher un ampèremètre dans un circuit

Mesurer avec ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit

Montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série

Donner le résultat de sa mesure avec l'unité

**Prérequis :** contrôle de connaissances antérieures des élèves sur les éléments de base en électricité

**Chapitre 1 : Intensité du courant**

*Expérience :*

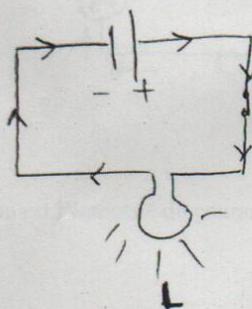


Figure a : faible éclat

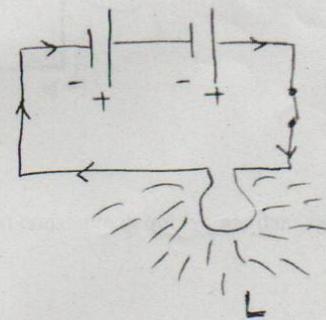


Figure b : éclat intense

**Interprétations :**

Dans la figure a, la lampe brille faiblement avec un seul générateur, alors que dans la figure b, la lampe s'allume avec un éclat intense, car il y a deux générateurs.

**Conclusion :**

L'intensité du courant dans un circuit électrique dépend du générateur.

**1.1 Définition et intensité du courant**

L'intensité du courant est la quantité  $Q$  du courant qui traverse une section d'un conducteur pendant un temps donné.

On a donc :

$$I = \frac{\text{quantité d'électricité}}{\text{temps}} = \frac{Q}{t}$$

$Q$  = quantité d'électricité (coulomb C),  $t$  = temps (seconde s) et  $I$  = intensité du courant (ampère A).

**1.2 Unité légale de l'intensité du courant**

- L'unité légale de l'intensité du courant c'est l'ampère (A).
- Il y a ses sous-multiples qui sont :
  - Le milliampère (mA) :  $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$  et  $1\text{A} = 10^3\text{mA}$
  - Le microampère (uA) :  $1\text{uA} = ?\text{A}$  et  $1\text{A} = ?\text{uA}$
  - Le nano ampère (nA) :  $1\text{nA} = 10^{-9}\text{A}$  et  $1\text{A} = 10^9\text{nA}$

**1.3 Le courant continu**

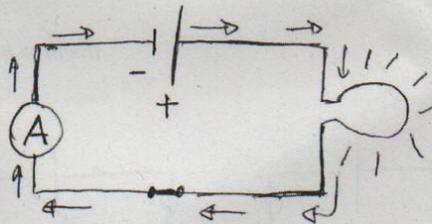


Figure c

Le courant continu est l'intensité du courant qui est constante et qui circule dans un circuit pendant un temps donné.



## Annexe 4 : fiche de préparation de l'enseignant P4

FICHE (P4)

<b>ETABLISSEMENT :</b> LYCEE DE GOBONGO	<b>EFFECTIFS :</b> 112 ELEVES
<b>DISCIPLINE :</b> SCIENCE PHYSIQUE	<b>FILLES :</b> 55
<b>CLASSE :</b> 3EME	<b>GARÇONS :</b> 57
<b>THEME :</b> ELECTRICITE	
<b>SEQUENCE :</b> INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE	

### OBJECTIFS DE LA SEANCE et savoir - faire :

A l'issue de la leçon, l'élève devra être capable de :

- Définir l'intensité du courant
- Connaître l'appareil de mesure de l'intensité du courant
- Savoir faire le branchement d'un ampèremètre
- Connaître les dangers du courant.

### PREREQUIS : contrôle de connaissances

### PLAN DE LA LEÇON

#### I- intensité du courant : expérience

#### II- Définition

- Mesure d'une intensité

#### III- Montage des appareils en série et en dérivation

### CHAPITRE : INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE

#### I- Intensité du courant électrique

#### 1. Expérience

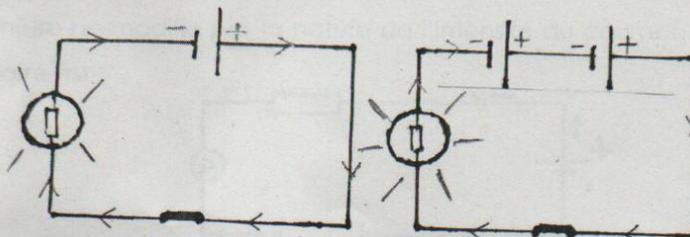


Figure 1 : L'éclat est faible

Figure 2 : L'éclat est vif

La figure 1 montre que si l'éclat est faible, on dit que le courant est moins intense.  
La figure 2 montre l'éclat est vif, donc le courant est intense.

## 2. Définition

La quantité du courant qui traverse une section d'un conducteur par un temps donné s'appelle **intensité** du courant.

$$I = \text{quantité d'électricité} / \text{temps} = Q/t$$

Q en coulomb (C), t en seconde (s)

I est exprimé en ampère (A).

L'intensité du courant électrique est une grandeur physique dont le symbole usuel est la lettre I. L'intensité caractérise les effets du courant.

**Remarques :** plus le courant est important, plus l'intensité est grande.

## 3. Unité légale de l'intensité du courant

L'unité légale d'intensité du courant électrique est l'ampère. Le symbole est lettre A.

Les sous-multiples les plus utilisés sont :

Milliampère :  $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$  ; Microampère :  $1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$  ; Nano ampère :  $1 \text{ nA} = 10^{-9} \text{ A}$

## 4. Courant continu

Un courant continu qui circule dans le même sens et dont l'intensité est constante au cours du temps s'appelle courant continu.

## II- Mesure électrique en courant continu

### 1. Appareil de mesure

On mesure l'intensité du courant électrique avec un ampèremètre qui se branche en série en respectant les polarités dans un circuit électrique. La position de l'ampèremètre ne modifie pas la nature de l'intensité du courant. Le symbole d'un ampèremètre est :



NB : On peut utiliser un multimètre réglé en ampèremètre.

**Sécurité :**

Avant de faire une opération, il faut débrancher les générateurs ou s'assurer que le circuit n'est pas sous tension.

**Remarques :** Quel que soit sa place dans un circuit, un ampèremètre donne toujours la même indication. La borne positive de l'ampèremètre doit être reliée à la borne positive du générateur pour que l'aiguille dévie correctement.

**2. Lecture d'un ampèremètre**

Pour lire, il faut connaître le calibre d'un ampèremètre qui est l'intensité maximale qui peut être supposée par l'appareil sans risque de détériorer.

Lorsque l'ampèremètre comporte plusieurs calibres, la lecture faite sur le cadran doit être multipliée par un facteur qui est fonction du calibre utilisé.

Le calibre utilisé doit être toujours supérieur à l'intensité du courant que l'on doit mesurer afin de ne pas endommager le multimètre.

**Calcul de l'intensité :**

Soit un ampèremètre comportant au total N divisions utilisé sur un calibre de valeur C dans un circuit pour laquelle l'aiguille dévie se fixe sur la division n peut se calculer par :

$$I = (C*n)/N, \quad I \text{ est en Ampère (A)} \quad \text{ou} \quad I = (C*L)/\mathcal{E}, \quad L = \text{lecture et } \mathcal{E} = \text{échelle}$$



## Annexe 5 : synopsis de la séance de l'enseignante P1

**P** : Professeur,      **Els** : Les élèves ;      **E1,2, ...** : Elève 1,2,...      **P1,2, ...** : Phase 1,2, ...,      **S1,2, ...** : Scène 1,2, ....

Temps (min)	Phases	Episodes	Contenu de l'étape	Remarques
00.00       01.20	<b>P1</b> Introduction (01.20)	<b>Ep.1</b> Accueil (01.20)	<i>[P écrit la date au tableau et demande aux élèves de prendre leurs cahiers de cours]</i>  <i>[P demande aux élèves comment ils ont passé leur weekend ?]</i>  <b>Els</b> : très bien madame !  <b>P</b> : ceux qui ont eu leur examen ? ça s'est bien passé ?  <b>Els</b> : oui madame ! non madame, ça n'a pas marché !	Action didactique
01.20	<b>P2</b> Prérequis (04.04)	<b>Ep.1</b> Annonce du titre de la leçon du jour (04.04)	<b>P</b> : qui peut me rappeler brièvement ce qu'on avait vu sur le dernier chapitre <b>E1</b> : nous avons dit que sur l'énergie mécanique. Nous avons donné une définition que l'énergie est une force que possède un corps et sans vitesse <b>P</b> : chapitre 2, qui est la notion d'intensité, voilà ! <i>[P demande aux élèves lorsqu'on parle de l'intensité, on fait allusion à quoi ?]</i> <i>[P répète la question]</i> <b>Els</b> : moi madame ! <b>E2</b> : c'est lorsqu'on fait allusion à la capacité <b>P</b> : quelle capacité ? <b>Els</b> : madame <b>P</b> : oui <b>E3</b> : on parle de l'intensité, c'est lorsqu'on fait allusion à la quantité du courant <b>P</b> : on fait allusion à la quantité du courant, c'est ça ? qui dit autre chose ? <b>E4</b> : lorsqu'on parle de l'intensité du courant, on pense automatiquement à	Le professeur vérifie et contrôle les cahiers des élèves. Une action didactique  Le professeur écrit la partie électricité et le titre de la leçon au tableau  Les élèves n'ont pas bien compris ce que c'est qu'une intensité du courant. Le professeur devait comprendre aussitôt que la compréhension est difficile après plusieurs réponses erronées.  Cependant le professeur devait faire une simulation en se servant de quelques exemples

05.24			<p>une force</p> <p><b>P</b> : on pense automatiquement à une force. Est-ce que c'est juste ?</p> <p><b>E1s</b> : nom madame</p> <p><b>P</b> : oui !</p> <p><b>E5</b> : on pense à la tension du courant</p> <p><b>P</b> : c'est la tension du courant, est-ce que c'est ça ?</p> <p><b>E6</b> : on parle de l'intensité, c'est le courant qui traverse une section</p> <p><b>P</b> : on pense à quoi ? on pense à la quantité du courant qui traverse une section</p> <p><b>P</b> : quelle section s'agit-il ?</p> <p><b>E6</b> : ce sont les conducteurs</p> <p><b>P</b> : quels sont ces conducteurs ?</p> <p><b>E7</b> : intensité du courant</p> <p><b>P</b> : intensité du courant</p> <p><b>P</b> : votre collègue dit, lorsqu'on parle de conducteur, on pense à l'intensité du courant. Quels sont les conducteurs que vous connaissez ?</p> <p><b>E8</b> : nous avons le générateur,</p> <p><b>P</b> : on parle de générateurs, on parle aussi des fils électriques, on parle d'interrupteur dans le circuit branché.</p>	<p>concret.</p> <p>Le professeur écrit les conducteurs aux élèves. Malheureusement ils n'ont pas bien donné les bonnes réponses.</p>
05.24	<b>P3</b> Activité documentaire et théorique (31.44)	<b>Ep.1</b> Introduction de la première partie du chapitre (intensité du courant) (01.00)	<p><i>[P annonce aux élèves la première partie du chapitre sur l'intensité du courant]</i></p> <p><i>[P rappelle aux élèves les différents conducteurs préalablement cités et invite les élèves à assister à une expérience.]</i></p>	<p>Le professeur n'a pas demandé aux élèves de proposer un titre de la leçon du jour en se servant de prérequis.</p>
06.24		<b>Ep.2</b>	<i>[P montre aux élèves quelques matériels permettant la réalisation d'une</i>	

		<p>Réalisation d'une expérience relative à l'intensité du courant électrique (06.05)</p>	<p><i>expérience]</i></p> <p><b>P</b> : nous avons, une pile, un fil conducteur et une ampoule</p> <p><b>P</b> : premièrement, on va commencer par ceux qui ont amené une pile qu'ils passent faire cette expérience</p> <p><i>[P demande aux élèves s'ils ont une pile]</i></p> <p><b>Els</b> : oui madame</p> <p><i>[P invite un élève au tableau pour montrer comment on peut faire le montage]</i></p> <p><i>[E9 assiste le professeur dans l'expérimentation]</i></p> <p><i>[P demande à E9 d'expliquer comment il a fait pour allumer la lampe dans cette expérience]</i></p> <p><b>E9</b> : bonjour la salle !</p> <p><b>Els</b> : bonjour !</p> <p><b>E9</b> : j'ai fait une expérience à la maison : j'ai pris la batterie, j'ai pris deux batteries, j'ai pris le contact et j'ai essayé d'associer la borne et j'ai le résultat</p> <p><b>P</b> : voilà la batterie qu'il a utilisée, branchées en série et les fils électriques sont attachés là sur les piles et l'autre sur les ampoules. Et avec un contact, pour lui permettre d'allumer l'ampoule électrique. Soit pour éteindre l'ampoule électrique. C'est cette expérience que votre collègue avait utilisée. Quand nous avons vu en classe de quatrième, pour allumer une lampe électrique avec une pile électrique, il faut que la borne positive soit au niveau de de quoi ?</p> <p><b>Els</b> n'ont pas répondu</p> <p><b>P</b> : au niveau de culot et l'autre sur le plot de l'ampoule pour permettre à l'électricité de s'allumer. C'est exactement ce que nous avons fait en classe de quatrième et nous avons fait maintenant en classe de troisième pour montre que voilà un circuit électrique qui s'allume normalement avec une batterie. Et si on essaie de voir avec le cas de votre collègue, il avait pris deux batteries et pour allumer son ampoule électrique et l'autre avait pris seulement une batterie.</p> <p><i>[P invite l'autre à venir devant expliquer son expérience avec une batterie]</i></p>	<p>Le professeur demande aux élèves s'ils ont amené des piles. Une action didactique.</p> <p>Le professeur et l'élève ont effectué un branchement d'une pile avec une lampe et la lampe s'allume aussitôt.</p> <p>Une action didactique. Monde objet.</p> <p>Le professeur parle de contact et pourtant qu'elle devait parler de l'interrupteur</p> <p>Tantôt le professeur parle de lampe électrique et ampoule électrique. Cela plane dans la tête des enfants.</p> <p>Le professeur devait dire plutôt qui permet à la lampe de s'allumer</p> <p>Une action didactique en invitant l'élève à effectuer</p>
--	--	--	---	---

		<p><b>E10</b> : bonjour la salle !</p> <p><b>E1s</b> : bonjour monsieur !</p> <p><i>[E10 se présente à ses camarades de classe]</i></p> <p><b>E10</b> : pour réaliser cette expérience, j'ai utilisé seulement trois objets, ampoule électrique, des fils électriques et un générateur. Pour ce fait, j'ai pris un fil électrique relié avec borne positive de l'ampoule et l'autre connecté avec borne négative de l'ampoule et j'ai connecté ça avec la batterie comme vous pouvez le constater ici c'est ça. J'ai seulement pris donc là c'est la borne négative, ça c'est la borne positive, ça c'est le fil électrique, j'ai seulement connecté avec borne positive de la batterie et l'autre fil et ça marché</p> <p><b>P</b> : voyons encore une autre expérience. Tout à l'heure, nous avons constaté que si on essaie de brancher les générateurs là, si on prend une pile, l'ampoule s'allume moyennement et si on prend deux aussi, ça augmente et si on augmente trois ampoule, trois pile plutôt veut dire trois batteries, on essaie d'associer avec les piles électriques, et si on essaie d'allumer les ampoules vous allez voir que l'éclat est très vif.</p> <p><b>E11</b> assiste le professeur dans la vérification du montage effectué par le professeur</p> <p><i>[P invite E11 de venir faire la même expérience avec trois piles]</i></p> <p><b>E11</b> : je vais réaliser cette expérience avec des ampoules, avec des fils électriques que vous le voyez derrière. J'ai fait ça avec quelques piles parce que j'ai fait quelques expériences et j'ai constaté que si c'est à trois piles, l'ampoule s'allume très fort mais si c'est à deux piles, l'ampoule s'allume moins fort. Et j'ai constaté une expérience où j'ai ajouté un monteure avec ces deux ampoules rouges là, on va faire allumer ce monteure et avec seulement les deux ampoules rouges. Ça veut dire que le monteure consomme plus de courant que les ampoules</p> <p><i>[P remercie l'élève pour son expérience]</i></p> <p><b>P</b> : on dit que si on essaie de brancher aux bornes d'un générateur, un générateur avec une ampoule électrique, vous allez voir que l'éclat de la</p>	<p>son propre montage. Une activité expérimentale</p> <p>L'élève fait seul le montage expérimentalement et soudainement la lampe s'allume. C'est une action expérimentale</p> <p>L'élève décrit le montage aux autres en pointant du doigt les matériels utilisés</p> <p>Le professeur fait le montage seul sans inviter les élèves à proposer des réponses</p> <p>Après avoir fait le montage, le professeur n'a pas pu allumer la lampe</p> <p>La lampe s'allume après l'intervention de l'élève E11</p> <p>E11 montre son montage aux autres</p> <p>Effectivement l'ampoule brille très fort</p> <p>L'élève a préfabriqué son montage à la maison et expliquer comment il a pu obtenir son résultat</p> <p>L'élève allume le monteure cependant les deux ampoules brillent moins</p>
--	--	---	---

12.29			<p>lumière est moins intense, si on essaie d'ajouter d'autre générateur, l'éclat est très vif</p> <p><i>[P invite les élèves de prendre leur crayon afin de faire l'expérience et commence à schématiser le montage en donnant le nom de chaque élément qui le constitue]</i></p> <p><i>[P fait deux schémas du montage l'un avec un générateur, l'éclat est faible et le courant est moins intense et l'autre avec deux générateurs, l'éclat est vif et le courant est intense]</i></p> <p><b>P</b> : d'après cette expérience, on peut dire qu'une lampe éclaire normalement si l'intensité du courant qui la traverse est suffisante</p>	<p>fort et quand il coupe le montage, les deux ampoules rouges brillent très fort</p> <p>Le professeur aurait dû dire le schéma du montage relatif à l'expérience au lieu de dire faire l'expérience</p>
12.29		<p><b>Ep.3</b> Définition et caractéristiques de l'intensité du courant (19.28)</p>	<p><b>P</b> : qu'appelle-t-on l'intensité du courant ?</p> <p><b>E12</b> : l'intensité du courant est la quantité du courant qui traverse une section d'un conducteur par unité de temps</p> <p><i>[P reprend la définition avec les autres élèves de la classe]</i></p> <p><i>[P demande aux élèves]</i></p> <p><b>P</b> : qui dit autre chose ?</p> <p><b>E13</b> : l'intensité du courant est une valeur physique dont le symbole usuel est la lettre I</p> <p><b>P</b> : oui c'est la notation. C'est la lettre I</p> <p><b>P</b> : voilà tout ce que vous venez de dire est normale</p> <p><b>P</b> : voilà pourquoi je vous ai dit pour qu'une lampe s'allume normalement, il faut que la quantité du courant soit suffisante et c'est pourquoi notre collègue a dit l'intensité du courant est la quantité qui traverse une section par unité</p>	<p>Le professeur demande aux élèves la définition de l'intensité du courant en s'appuyant sur des expériences faites. Elle écrit au tableau</p> <p>Le professeur met le symbole de l'intensité du courant au tableau</p> <p>Presque l'ensemble de la classe ne comprend pas ce que c'est qu'une section et unité du temps.</p>

		<p>du temps</p> <p><i>[P demande aux élèves de prendre la définition]</i></p> <p><i>[P dicte le cours et les élèves prennent des notes]</i></p> <p><b>P</b> : nous avons Q, qui est la quantité d'électricité</p> <p><b>P</b> : il s'exprime en quoi ?</p> <p><b>E1s</b> : en coulomb</p> <p><b>P</b> : t c'est le temps, le temps s'exprime en quoi ?</p> <p><b>E1s</b> : seconde</p> <p><b>P</b> : nous ne sommes pas dans une école coranique. Le temps s'exprime en quoi ?</p> <p><b>E14</b> : en seconde</p> <p><b>P</b> : et l'intensité du courant s'exprime en quoi ?</p> <p><b>E15</b> : l'intensité du courant s'exprime en ampère</p> <p><i>[P demande aux élèves la définition d'un ampèremètre]</i></p> <p><b>P</b> : qui peut me donner la définition d'un ampèremètre ?</p> <p><b>E16</b> : un ampèremètre, c'est un appareil qui sert à mesurer l'intensité du courant</p> <p><i>[P répète la définition et rappelle les élèves sur l'expérience faite par un de leurs collègues]</i></p>	<p>Une action mathématique et théorique</p> <p>Le professeur écrit la formule au tableau</p> <p>Tantôt le professeur parle de la quantité du courant et tantôt la quantité d'électricité sans apporter de précision dans les deux cas</p> <p>Le professeur n'a pas accepté la réponse donnée par l'ensemble de la salle où tout le monde parle en même temps</p> <p>C'est presque tout le monde qui claque les doigts pour répondre.</p> <p>Le professeur présente aux élèves un ampèremètre fabriqué par un d'eux. Puisque ce dispositif n'existe pas dans l'établissement</p> <p>Le professeur n'a pas appuyé sa réponse avec une démonstration permettant à l'élève d'être satisfait</p> <p>Une question pertinente et didactique</p> <p>Le professeur aurait dû faire la différence entre le montage en série et celui de parallèle pour justifier</p>
--	--	---	--

31.57		<p><b>E17</b> : madame, s'il faut que les deux ampoules s'allument en même temps, qu'est-ce qu'il faut faire ?</p> <p><b>P</b> : oui, s'il faut que les deux ampoules s'allument en même temps, il prend l'autre fil associé à l'autre et les deux ampoules s'allument correctement</p> <p><b>E17</b> : madame, l'intensité de celui qui est en bas est trop vive par rapport à celui qui est en haut</p> <p><b>P</b> : oui c'est une expérience, et par ce que l'autre est proche du générateur</p> <p><b>E18</b> : s'il vous plait madame, entre ampère et ampèremètre est ce qu'il y'a une différence ?</p> <p><b>P</b> : l'ampère c'est le symbole, l'ampèremètre c'est l'appareil qui sert à mesurer l'intensité du courant</p> <p><b>E19</b> : je voudrais savoir si l'intensité de la pile est plus forte que celle de l'ampoule, est ce que ça peut marcher ?</p> <p><b>P</b> : la plupart, ici on n'a pas de matériels didactique, normalement l'intensité de la pile est toujours supérieure à celle de l'ampoule. Par ce qu'il y'a des piles en 4,5V et l'ampoule en 3,5V. La plupart des documents on utilise ça</p> <p><b>E20</b> : est-ce que l'intensité du courant est caractérisée par quoi ?</p> <p><b>P</b> : l'intensité du courant est caractérisée par les effets qui sont : l'ampèremètre et leur symbole qui est l'ampère</p> <p><i>[P dicte le cours et invite les élèves à prendre notes]</i></p> <p><b>P</b> : qui peut me dire ce que c'est qu'un débit de court d'eau ?</p> <p><b>E21</b> : le débit d'un court d'eau est la quantité d'eau qui coule en une seconde par mètre cube</p> <p><b>P</b> : est la quantité d'eau qui coule en une seconde par mètre cube, voilà, on exprime l'intensité du courant par rapport au débit d'un court d'eau</p> <p><b>E22</b> : si par exemple on a le générateur au niveau de l'ENERCA,</p>	<p>sa réponse</p> <p>Les élèves ont du mal à comprendre l'introduction du mot EAU dans la réponse proposée par le professeur</p> <p>Le professeur voulait parler du barrage d'eau</p>
-------	--	---	---

			directement on branche les fils électriques, ... <b>P</b> : le générateur au niveau de l'ENERCA, on utilise de l'eau. On a essayé de faire ce qu'on appelle forage d'eau et on installe avec les appareils qui permettent à cette eau de nous transmettre l'électricité jusqu'à Bangui.	
31.57		<b>Ep.4</b> Unité légale de l'intensité du courant (05.11)	<i>[P parle de l'unité légale de l'intensité du courant aux élèves]</i> <b>P</b> : l'unité c'est ? <b>Els</b> : ampère <i>[P dicte le cours et invite les élèves à prendre note]</i>  <i>[P donne un exercice à faire à la maison]</i>	Le professeur écrit le symbole de l'ampère au tableau. Action didactique  Une action didactique. L'exercice semble trop mathématique
37.08				







08.15		de montages d'un circuit électrique (02.25)	<p><b>E7</b> répond : nous avons deux types de montage d'un circuit électrique.</p> <p><b>P</b> répète la réponse de l'élève et demande à nouveau les élèves. Alors premier montage ?</p> <p><b>E8</b> : nous avons le montage en série</p> <p><b>P</b> demande : le deuxième montage ?</p> <p><b>E9</b> : le montage en dérivation.</p> <p><b>P</b> : demande aux élèves, qui peut lui donner un aperçu générale sur un circuit série ? c'est-à-dire lorsqu'on parle d'un montage en série, on veut parler de quel montage ? ou bien les appareils sont comment dans un montage en série ?</p> <p><b>E10</b> : dans un montage en série, les appareils sont alignés les uns après les autres.</p> <p><b>P</b> : dans un montage en série, les dipôles se montent les uns ou après les autres.</p> <p><b>P</b> : qu'on est-il avec le montage en dérivation ou en parallèle ? Le montage en dérivation si vous voulez ? ou bien comment les appareils se montent dans un montage en dérivation ?</p> <p><b>E11</b> : le montage en dérivation se fait par les récepteurs se montent en dérivation d'un récepteur soit d'un générateur placé pour circuler le courant.</p> <p><b>P</b> : dans un montage en dérivation, les appareils. Exemple, l'installation d'un circuit dans une maison. Les récepteurs sont montés en dérivation. Maintenant pour le circuit série, on peut donner un exemple, l'installation d'un circuit électrique dans une maison concernant les guirlandes. En ce qui concerne les guirlandes, les ampoules ou les récepteurs sont montées les unes après les autres.</p>	<p>Action didactique et monde théorique.</p> <p>A ce niveau, le professeur devait montrer aux élèves ce type de montage en se servant des dispositifs matériels lui permettant la réalisation de celui-ci. Don c'est une action épistémologique et monde théorie.</p> <p>Certains élèves ne comprennent pas exactement ce que le professeur voulait dire concernant le fonctionnement des guirlandes. Il aurait dû amener ces guirlandes et faire un petit branchement.</p>
08.15		<b>Ep.5</b>	<b>P</b> pose la question aux élèves, comment peut-on connaître la tension d'un	Avant de connaître la tension du courant

09.45		<p>La tension d'un courant électrique (01.30)</p>	<p>courant électrique ?</p> <p><b>E12</b> : on peut connaître la tension d'un courant électrique à l'aide d'un voltmètre.</p> <p><b>P</b> : on connaît la tension d'un courant électrique à l'aide d'un voltmètre. Et pose la question aux élèves : qu'on est-il pour l'intensité du courant électrique ?</p> <p><b>E13</b> : on mesure l'intensité du courant électrique par le voltmètre.</p> <p><b>P</b> : non, pas par le voltmètre. Ça c'est pour la tension.</p> <p><b>E14</b> : On connaît l'intensité par l'ampèremètre.</p> <p><b>P</b> : par l'appareil qu'on appelle l'ampèremètre.</p> <p><b>P</b> : quelle est l'unité de la tension du courant électrique ? Quand vous dites que le voltmètre sert à mesurer la tension du courant électrique, quelle est maintenant son unité ?</p> <p><b>P</b> : l'unité de la tension c'est....? le volt. L'intensité du courant électrique est ?</p> <p><b>E15</b> : c'est le A.</p> <p><b>P</b> : non, le A c'est le symbole.</p> <p><b>E16</b> : c'est l'ampère.</p> <p><b>P</b> : oui, c'est l'ampère. L'ampère est l'unité du courant électrique. Et bien....</p>	<p>électrique, on doit d'abord mesurer cette tension à l'aide d'un voltmètre. C'est le monde objet. Le professeur n'a pas clairement expliqué comment connaître la tension du courant électrique.</p>
09.45		<p><b>Ep.6</b> Exercice d'application (02.20)</p>	<p><b>P</b> : un élève de la classe veut réaliser un circuit électrique. Cet élève dispose : un générateur, dont la tension <math>U_G=1,5V</math>. Dispose aussi un récepteur (une lampe) qui a une tension de <math>U_L=2,8V</math>. Est-ce que cet élève va réaliser un circuit électrique avec ces différents dipôles ?</p> <p><b>E17</b> : il ne va pas réaliser un circuit électrique.</p> <p><b>P</b> : pourquoi ?</p> <p><b>E18</b> : parce que le générateur ne correspond pas.</p> <p><b>P</b> : parce que le générateur ne correspond pas. Non ! parce que ?</p>	<p>Le professeur copie un exercice au tableau afin d'appuyer la théorie avec des données théoriques. Une action mathématique.</p>

12.05			<p><b>E19</b> : parce que la capacité de la lampe est plus grande que celle du générateur.</p> <p><b>E20</b> : parce que la lampe n'adapte pas à la capacité du générateur.</p> <p><b>P</b> : parce que la tension aux bornes du générateur n'est pas adaptée à la tension aux bornes de la lampes.</p> <p><b>P</b> : comment peut-on faire pour réaliser un circuit électrique ?</p> <p><b>E21</b> : on doit mesurer la tension aux bornes du générateur.</p>	
12.05	<p><b>P3</b></p> <p>Activité documentaire et théorique (44.50)</p>	<p><b>Ep.1</b></p> <p>Introduction de la leçon du jour (01.55)</p>	<p><b>P</b> annonce aux élèves l'intitulé du cours qui est mesure électrique en courant continu.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves d'ouvrir leurs cahiers et rappelle la date du jour.</p> <p><b>P</b> : Partie B de la physique, chapitre 1 (mesures électriques en courant continu).</p>	<p>Le professeur na pas demander aux élèves de proposer un titre de la leçon du jour en se servant de prérequis.</p>
14.00		<p><b>Ep.2</b></p> <p>Travail sur le chapitre et sa compréhension (17.58)</p>	<p><b>P</b> annonce la définition d'un circuit électrique et demande aux élèves s'ils peuvent commencer.</p> <p><b>P</b> dicte le cours et les élèves écrivent en même temps.</p> <p><b>P</b> : un circuit électrique est constitué d'un ou plusieurs générateurs, d'un ou plusieurs récepteurs reliés entre eux par des fils de connexion.</p> <p><b>P</b> annonce la définition de l'intensité du courant électrique</p> <p><b>P</b> rappelle aux élèves : pour connaitre l'intensité du courant électrique, il faut utiliser l'ampèremètre.</p> <p><b>P</b> : en principe, on devrait montrer l'appareil. Mais il n'existe pas.</p> <p><b>P</b> montre la photo d'un ampèremètre dans un document et décrit l'ampèremètre.</p> <p><b>P</b> montre aux élèves : la différence entre un ampèremètre et un voltmètre. L'ampèremètre est symbolisé par la lettre A.</p> <p><b>P</b> : un ampèremètre est un appareil qui sert à mesurer l'intensité du courant</p>	<p>Une action didactique et monde objet.</p>

31.58			<p>électrique. Son unité est l'ampère symbolisé par A.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves s'ils ont des questions concernant la définition.</p> <p><b>P</b> dicte le cours cependant les élèves écrivent en même temps.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves que le temps s'exprime en quoi ?</p> <p><b>Els</b> : en seconde.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves que I c'est quoi ? les élèves n'ont pas répondu.</p> <p><b>P</b> donne la réponse : c'est l'intensité. Il pose à nouveau la question aux élèves de savoir si cette intensité s'exprime en quoi ?</p> <p><b>P</b> répond : l'intensité s'exprime en ampère notée A.</p> <p><b>P</b> : il y'a deux manière de calculer l'intensité du courant. Lorsqu'on donne la quantité d'électricité Q et le temps t ou bien lorsqu'on donne la lecture L, le calibre C et le nombre total de la division D.</p>	<p>Les élèves ont du mal à répondre à la question posée par le professeur. Une action épistémologique.</p> <p>Le professeur écrit les deux formules mathématiques au tableau.</p>
31.58		<p><b>Ep.3</b> Application des formules (24.57)</p>	<p><b>P</b> écrit l'exercice au tableau.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves s'ils vont utiliser la première ou la deuxième formule ? il invite un élève au tableau pour traiter l'exercice.</p> <p><b>E22</b> : moi monsieur.</p> <p><b>E22</b> écrit au tableau sous dictée du professeur.</p> <p><b>P</b> invite les autres élèves à prêter leur attention afin de comprendre l'exercice.</p> <p><b>P</b> rappelle aux élèves que la maîtrise des formules est un moyen indispensable pour traiter des exercices.</p>	<p>L'exercice proposé aux élèves nécessite une inspiration mathématique.</p> <p>Le fait d'inviter un élève au tableau est une action didactique.</p> <p>Bien que le professeur invite un élève au tableau, il n'a pas donné la possibilité aux autres élèves de la classe de proposer une démarche à suivre.</p> <p>Le professeur donne l'impression aux élèves que la meilleure façon de</p>

			<p><b>P</b> demande aux élèves de recopier la réponse de l'exercice.</p> <p><b>Els</b> : recopient la réponse de l'exercice dans leurs cahiers.</p> <p><b>P</b> écrit à nouveau un autre exercice au tableau et invite un élève à venir corriger l'exercice en sollicitant une participation féminine.</p> <p><b>P</b> demande à ce qu'une fille passe au tableau pour traiter l'exercice.</p> <p><b>P</b> donne des orientations aux élèves leur permettant de trouver la réponse : les données sont au tableau, il suffit d'appliquer les formules.</p> <p><b>P</b> demande à une fille de venir très vite corriger l'exercice.</p> <p><b>E23</b> au tableau et lis l'énoncé.</p> <p><b>P</b> accompagne l'élève dans la rédaction de la réponse.</p> <p><b>P</b> invite la salle à recopier la réponse et passer à autre chose.</p> <p><b>P</b> annonce et écrit au tableau un sous chapitre intitulé l'ampèremètre et son installation.</p> <p><b>P</b> rappelle aux élèves la définition d'un ampèremètre ainsi que son installation.</p> <p><b>P</b> mentionne aux élèves que cette partie nécessite une application physique. C'est-à-dire faire le montage avec des appareils. Mais tel n'est pas le cas. Car ils ne disposent pas des appareils pour ce genre de montage.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves si quelqu'un a une préoccupation sur l'intensité du courant et son installation ?</p> <p><b>E23</b> pose la question de savoir si les valeurs de l'intensité et le temps sont données et qu'on demande de calculer la quantité, comment faire ?</p> <p><b>P</b> répond à l'élève en rappelant la formule de l'intensité en fonction de la</p>	<p>traiter un exercice de physique, c'est de maîtriser les formules par cœur.</p> <p>Une action didactique. Parfois les filles hésitent dans leur intervention.</p> <p>Le professeur n'a pas suscité la réaction des autres élèves. Il dit tout et les élèves recopient sans poser des questions.</p> <p>Il n'a pas invité ou motivé les élèves à proposer des réponses.</p> <p>Le professeur n'a pas posé de question aux élèves afin de lui permettre de vérifier si ceux derniers gardent ces définitions.</p> <p>Cette partie devait être réalisée à l'aide des appareils. Mais malheureusement ce n'est pas le cas.</p> <p>Le professeur s'appuie beaucoup plus sur la</p>
--	--	--	--	---

01.00.55			<p>quantité et du temps.</p> <p><b>P</b> démontre la formule en invitant quelques réactions des élèves.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves s'ils ont compris la démonstration.</p> <p><b>P</b> dicte le cours et les élèves prennent des notes.</p>	<p>relation mathématique. Et n'a pas demandé aux autres élèves de proposer leur réponse relative à la question posée par leur camarade.</p>
01.00.55	<p><b>P4</b></p> <p>Activité expérimentale (57.45)</p>	<p><b>Ep.1</b></p> <p>Production de schéma d'un circuit électrique (Intensité du courant électrique) (09.55)</p>	<p><b>P</b> schématise l'ampèremètre au tableau : la lettre A représente la présente d'un ampèremètre dans un circuit. Le symbole a deux bornes (borne négative et la borne positive).</p> <p><b>P</b> schématise le montage au tableau et demande aux élèves de le schématiser dans leurs cahiers.</p> <p><b>P</b> pose la question aux élèves : ce circuit comporte combien de dipôle ? Il y'a combien de dipôle qui constitue ce circuit électrique ?</p> <p><b>E24</b> répond : il y'a trois dipôles.</p> <p><b>P</b> : qui dit mieux ?</p> <p><b>E25</b> réagi : il y'a deux.</p> <p><b>E26</b> : il y'a quatre dipôles.</p> <p><b>P</b> demande les autres élèves s'ils sont d'accord avec lui.</p> <p><b>Els</b> : oui.</p> <p><b>P</b> demande alors aux élèves de citer les noms.</p> <p><b>E27</b> : Interrupteur.</p> <p><b>E28</b> : nous avons le générateur.</p> <p><b>E29</b> : nous avons la lampe.</p> <p><b>E30</b> : nous avons l'ampèremètre.</p> <p><b>P</b> : dans ce circuit, nous avons quatre dipôles, nous avons le générateur (c'est le générateur qui fournit un courant électrique), la lampe, l'interrupteur et l'ampèremètre.</p>	<p>Le professeur devait montrer cet appareil aux élèves. Il ne le dispose pas.</p> <p>Le professeur dit qu'il va faire le montage au tableau bien qu'il ne dispose pas des appareils de montage. Donc il devait dire tout simplement qu'il va faire le schéma du montage.</p> <p>Le professeur ne devait pas dire non. Plutôt dit</p>

01.10.50			<p><b>P</b> demande aux élèves le rôle de l'interrupteur.</p> <p><b>E31</b> : c'est pour allumer la lampe.</p> <p><b>P</b> : non</p> <p><b>P</b> : c'est l'interrupteur qui commande le courant. C'est lui qui donne l'ordre au passage de courant dans un circuit électrique.</p> <p><b>P</b> : est-ce que vous avez compris ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> demande : quel est le sens conventionnel ?</p> <p><b>P</b> : borne positive vers la borne négative.</p> <p><b>P</b> invite les élèves à prendre soigneusement le schéma de montage.</p> <p><b>E32</b> pose la question : pourquoi on ne peut pas utiliser un ampèremètre dans un circuit en dérivation ?</p> <p><b>P</b> répond : on dit souvent que d'après la définition, l'ampèremètre est un appareil qui s'installe en série avec les autres appareils. Donc on ne peut pas le mettre en dérivation. C'est-à-dire qu'on ne peut pas le mettre en dérivation avec les autres dipôles. C'est seulement le voltmètre qu'on peut le mettre en dérivation.</p> <p><b>P</b> montre aux élèves un document dans lequel il a montré l'exemple de quatre ampèremètres.</p> <p><b>P</b> décrit les quatre ampèremètres aux élèves sur le document.</p>	<p>bien sûr et repose la question à l'élève comment il allume la lampe ?</p> <p>Le professeur n'a pas pris suffisamment d'exemple pour rendre compréhensible le sens de commander le courant.</p> <p>En principe, ils devaient expérimenter ce schéma à l'aide de ces appareils.</p>
01.10.50		<p><b>Ep.2</b></p> <p>Production de schéma d'un schéma électrique (Tension du courant électrique)</p>	<p><b>P</b> rappelle aux élèves la différence l'intensité et la tension du courant électrique et les appareils qui servent à les mesurer.</p> <p><b>P</b> pose la question aux élèves : comment peut-on installer un voltmètre dans un circuit électrique ?</p> <p><b>E33</b> : pour installer un voltmètre dans un circuit électrique, on va l'installer en dérivation avec les autres appareils.</p>	

		(47.50)	<p><b>P</b> : Vous avez des questions ?</p> <p><b>P</b> demande comment peut-on identifier la haute tension et la basse tension ?</p> <p><b>E34</b> : si l'ampoule brille très fort, on a la surtension.</p> <p><b>P</b> : et si l'ampoule brille faible, c'est que nous avons la basse tension.</p> <p><b>P</b> : comment éviter la surtension ?</p> <p><b>E34</b> : on utilise le régulateur pour réduire la tension du courant.</p> <p><b>P</b> : on va utiliser le régulateur, car sur le régulateur on a le voltmètre avec le symbole V.</p> <p><b>P</b> : pour éviter le danger d'un court-circuit, il faut utiliser le régulateur.</p> <p><b>P</b> décrit ce que c'est qu'un régulateur.</p> <p><b>P</b> dicte le cours et les élèves prennent notes.</p> <p><b>P</b> demande aux élèves s'ils ont des questions à poser concernant ce qui vient d'être fait.</p> <p><b>E35</b> : si la tension du courant est augmentée, on peut brancher un congélateur ?</p> <p><b>P</b> répond : c'est une belle question. Si on a la surtension et on n'a pas un régulateur, on ne peut pas connaître le voltage normal pour faire fonctionner normalement le congélateur.</p> <p><b>P</b> pose la question aux élèves : quelle est la tension normale du courant électrique ?</p> <p><b>Els</b> : 220</p> <p><b>E36</b> : s'il vous plait monsieur, est-ce qu'on peut utiliser l'ampèremètre et le voltmètre dans un même circuit ?</p> <p><b>P</b> : non non, on ne peut pas utiliser l'ampèremètre, ... si tu veux, dans un circuit en série, parce qu'il y'a la différence entre l'ampèremètre et le voltmètre. Dans un circuit en série, si tu veux connaître l'intensité, tu vas utiliser l'ampèremètre. Alors, si tu veux connaître la tension du courant électrique, il faut utiliser le voltmètre.</p> <p><b>P</b> : est-ce que j'ai répondu à ta question ?</p>	<p>Bien que le professeur n'ait pas de régulateur, il n'a pas montré la photo d'un régulateur. Ce qui fait que certains d'entre eux ne se retrouvent pas.</p> <p>Le professeur n'a pas suscité la réaction des autres élèves. C'est-à-dire les pousser à donner leur point de vue.</p> <p>Il aurait dû poser la question sur la valeur de la tension utilisée dans la maison.</p>
--	--	---------	---	---

01.58.40		<p><b>E36</b> : oui monsieur</p> <p><b>E37</b> : s'il vous plait monsieur, concernant ce que nous venons de faire, est-ce qu'il n'y a pas de relation entre le calcul de cette question ?</p> <p><b>P</b> répond à la question : en commençant par l'intensité. Pour connaître l'intensité, si vous avez trois appareils dans un circuit électrique, ça veut dire si on vous donne l'intensité du courant de chaque appareil et maintenant on vous demande de calculer l'intensité du courant électrique, qu'est-ce que vous allez faire ? par exemple on vous donne dans un circuit série I1, I2, I3 et I4, alors qu'est-ce que vous allez faire ? Dans un circuit série, la tension aux bornes du générateur est égale à la somme des tensions de tous les appareils installés dans ce circuit. Est-ce que je me fais comprendre ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : ça c'est pour le circuit en série. Pour le circuit en dérivation, vous allez utiliser la loi d'additivité ou encore la loi de nœuds. Loi de nœuds, si vous avez trois appareils, I1, I2, I3 et I4, vous allez faire la somme des intensités de chaque appareil. Donc <math>I=I1+I2+I3+I4</math> et vous allez trouver maintenant la réponse. Ça c'est la loi d'additivité ou encore la loi de nœuds.</p> <p><b>P</b> : revenons maintenant à ta question, j'aimerais qu'on fasse un pas en arrière afin que tu puisses me donner ton point de vue concernant ta question. Maintenant, nous sommes sur la tension, pour calculer la tension dans un circuit série, c'est le contraire, dans un circuit en parallèle : <math>U=U1=U2=U3</math>. Donc c'est le contraire de l'intensité.</p> <p><b>P</b> : le voltmètre se monte toujours en .... ?</p> <p><b>Els</b> : dérivation.</p> <p><b>E38</b> : monsieur, est-ce que dans une voiture, il y'a un voltmètre ?</p> <p><b>P</b> : non non, y'a pas un voltmètre. Si tu veux connaître la tension électrique dans cette voiture, il faut toujours utiliser le voltmètre. C'est tout ? voilà, ça veut dire que vous avez bien compris ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : même si je vous pose une question, vous allez me répondre ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur.</p> <p><b>P</b> : nous avons déjà terminé la séance.</p>	<p>La question posée par l'élève n'est pas bien formulée. Le professeur devait lui demander de reformuler la question afin de permettre aux autres de comprendre le sens de sa préoccupation.</p> <p>Le professeur parle de trois appareils mais écrit au tableau.</p> <p>Cette partie nécessite plus des activités expérimentales avec des outils ou des matériels adéquats.</p>
----------	--	---	---





	<p>et théorique (36.50)</p>	<p>leçon du jour (02.10)</p>	<p><b>P</b> : avant de continuer maintenant. On devait faire cette expérience au laboratoire. Dommage vu votre effectif et qu'il y manque de matériels.</p> <p><b>P</b> : vous voyez maintenant cet appareil. <i>[P fait montrer aux élèves un ampèremètre à aiguille]</i></p> <p><b>P</b> : ça, on appelle ça un ampèremètre <i>[P écrit le mot ampèremètre au tableau]</i></p> <p><b>P</b> : voilà, il y a aussi des bornes pour permettre de le brancher dans un circuit électrique</p> <p><b>P</b> : nous avons encore ce petit appareil là <i>[P fait montrer aux élèves un interrupteur]</i></p> <p><b>P</b> : selon vous c'est quoi ça ? <i>[plusieurs élèves demandent la parole]</i></p> <p><b>E2</b> : contact</p> <p><b>P</b> : on appelle ça contact, mais normalement c'est quoi ?</p> <p><b>E3</b> : c'est le générateur</p> <p><b>P</b> : c'est le générateur ?</p> <p><b>E4</b> : un interrupteur</p> <p><b>P</b> : c'est un interrupteur <i>[P écrit le mot interrupteur au tableau]</i></p> <p><b>P</b> : vous appelez ça contact, contact, maintenant c'est l'interrupteur. Alors l'interrupteur peut être ouvert ou ça peut être fermé. Voilà ! si c'est ouvert le courant ne passe pas. N'est-ce pas ? Mais, si c'est fermé, alors directement le courant passe. C'est ça le problème.</p> <p><b>P</b> : maintenant on a encore un autre matériel. Mais ça c'est quoi ? <i>[P fait observer ampoule aux élèves]</i></p> <p><b>E5</b> : une ampoule <i>[P accompagne l'élève E5 en précisant que c'est une ampoule ou récepteur]</i> <i>[P écrit le mot ampoule/récepteur au tableau]</i></p>	<p>servant de prérequis.</p> <p>A ce niveau l'enseignant n'a pas suscité la réaction des élèves pour leur permettre de comprendre les caractéristiques d'un ampèremètre.</p>
--	---------------------------------	----------------------------------	---	--

09.30			<p><b>P</b> : ce qui manque dans notre situation ici, c'est le générateur. <i>[Les élèves prononcent le mot générateur ensemble avec l'enseignant]</i></p> <p><b>P</b> : on avait traité ça avec les piles plates. Les piles plates sont des générateurs. <i>[P écrit le mot générateur (piles) au tableau].</i> Voilà ! et aussi, il y a un élément aussi très important. <i>[P montre aux élèves les fils conducteurs].</i> Comment on appelle ça ?</p> <p><b>E6</b> : les fils conducteurs</p> <p><b>P</b> : voilà ! fils conducteurs <i>[P écrit le mot fils conducteurs au tableau]</i></p> <p><b>P</b> : voilà ! une fois ces matériels : le générateur, les fils conducteurs, l'interrupteur. Tout ça là est l'ensemble et forme déjà ce qu'on appelle un circuit. et c'est vrai que nous avons maintenant un courant électrique. Voilà ! c'est ça là. Est-ce que c'est compris ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : donc directement à défaut de matériels, on ne peut pas faire le montage</p>	
09.30		<p><b>Ep.2</b> Expérience de cours (34.40)</p>	<p><i>[P dessine le schéma d'un circuit électrique au tableau puis explique chaque élément qui le constitue]</i></p> <p><b>P</b> : ici l'éclat est faible <i>[il indique la figure a]</i> et là l'éclat est intense <i>[il indique la figure b].</i> Que cela indique ? Qui peut interpréter ? Alors on va maintenant interpréter la figure a et la figure b.</p> <p><b>P</b> : Alors qui peut déjà interpréter ces schémas-là ? <i>[plusieurs élèves ont levé leurs doigts]</i></p> <p><b>E7</b> : si l'éclat est faible c'est lorsqu'on a un seul générateur et si c'est intense c'est lorsqu'on a deux générateurs.</p> <p><b>P</b> : oui c'est ça. Tout le monde a compris ?</p>	<p>Une action didactique et monde objet et phénomène</p>

		<p><b>E1s</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : donc si nous avons un seul générateur, alors l'éclat est faible et vous voyez si on a deux générateurs il y a l'éclat qui est intense : ça veut dire que la lampe brille d'une manière forte. Voilà ! alors après ce qu'on a constaté, nous allons interpréter.</p> <p><b>P</b> : interprétation. Dans la figure a, la lampe brille faiblement avec un seul générateur, alors que dans la figure b, la lampe s'allume avec un état intense. ça veut dire que ça donne plus de la lumière et il y a deux générateurs.</p> <p><b>P</b> : Alors du coup on est devant la situation où l'intensité dépend du générateur.</p> <p><b>P</b> : l'intensité du courant dans un circuit électrique, dépend du générateur.</p> <p><b>P</b> : qui a une question à poser ?</p> <p><b>P</b> : vous notez définition et intensité du courant. Je vous ai seulement montré l'appareil ampèremètre là mais, on n'a pas vu comment l'utiliser. C'est à la longue qu'on va voir comment utiliser cet ampèremètre-là, quel est son rôle ? Bien lorsque nous faisons notre montage là, vous voyez, le courant circule comment ? A l'intérieur de fil ou à l'extérieur de fil ?</p> <p><b>P</b> : Mais les filles vous ne parlez pas ?</p> <p><b>E7</b> : à l'extérieur</p> <p><b>P</b> : à l'extérieur ?</p> <p><b>E8</b> : à l'intérieur</p> <p><b>P</b> : à l'extérieur. L'extérieur c'est dehors n'est-ce pas ? Alors le courant circule à l'intérieur du fil. Voilà, ça vous donne déjà l'idée de définir ce que c'est que l'intensité du courant. Qui a une idée sur l'intensité du courant à travers tout ce qu'on a fait là, ce schéma ? Qui a une idée ?</p> <p><b>E9</b> : l'intensité du courant est une quantité d'électricité qui passe à l'intérieur du fil et qui va de la borne positive à la borne négative.</p> <p><b>P</b> : ok, voilà</p> <p><b>P</b> : l'intensité du courant c'est la quantité du courant qui passe dans un circuit pendant un temps donné. Alors ici il faut faire intervenir le temps</p>	
--	--	---	--

		<p><b>P</b> : vous voyez lorsque vous utilisez votre générateur, il y a aussi le temps</p> <p><b>P</b> : je répète, l'intensité du courant c'est la quantité du courant dans un circuit pendant un temps donné. Voilà !</p> <p><i>[P écrit la définition de l'intensité du courant au tableau]</i></p> <p><b>P</b> : alors nous allons retenir ceci. On a donc I égale quantité d'électricité divisé par le temps</p> <p><b>P</b> : Q là c'est quoi ? quantité d'électricité qui s'exprime en quoi ?</p> <p><b>Els</b> : en joule</p> <p><b>P</b> : en joule ? non. poussez la réflexion là</p> <p><b>P</b> : ça s'exprime en coulomb et t c'est le temps qui s'exprime en quoi ?</p> <p><b>Els</b> : temps en seconde</p> <p><b>P</b> : et I ? I c'est quoi ? I c'est l'intensité du courant qui s'exprime en ? Les filles qui ne parlent pas là ?</p> <p><b>E10</b> : en newton</p> <p><b>P</b> : en newton ? c'est la force qui s'exprime en newton et l'intensité en ? En quoi ? Ampère.</p> <p><b>P</b> : est-ce qu'il y a des questions ? donc pas de question ? Comme pas de question-là, on évolue.</p> <p><i>[P écrit la deuxième partie du cours au tableau et dicte le cours]</i></p> <p><b>P</b> : selon vous quelle est l'unité légale de l'intensité du courant ?</p> <p><b>E11</b> : unité légale de l'intensité c'est en volt</p> <p><b>P</b> : en volt ? qui dit encore autre chose ? Je répète encore quelle est l'unité légale de l'intensité du courant électrique là ? Oui !</p> <p><b>E12</b> : c'est l'ampère monsieur</p> <p><b>P</b> : c'est ? ampère. Très bien <i>[l'enseignant demande aux autres d'applaudir]</i></p> <p><i>[les élèves ont applaudi]</i></p> <p><b>P</b> : ok, c'est bon ? Donc voilà l'unité légale de l'intensité <i>[l'enseignant met dehors une élève qui perturbe]</i> est l'ampère. <i>[l'enseignant montre aux élèves</i></p>	
--	--	--	--

44.10			<p><i>un ampèremètre hors service].</i></p> <p><b>P</b> : voilà ! c'est cet appareil-là qui sert à mesurer l'intensité du courant électrique. L'ampèremètre c'est l'instrument.</p> <p><b>P</b> : donc il a aussi ses sous-multiples qui sont [<i>P écrit les formules au tableau et demande aux élèves de proposer ces multiples</i>]</p> <p><b>P</b> : un milliampère égale combien d'ampère selon vous les physiciens mathématiciens qui sont là ? ou bien encore un ampère égale combien de milliampère ?</p> <p><b>E13</b> : un milliampère égale à mille ampères [<i>des autres réagissent en demandant la parole</i>]</p> <p><b>P</b> : oui vas-y</p> <p><b>E14</b> : un milliampère égale à cent ampères</p> <p><b>P</b> : regardez bien hein</p> <p><b>E15</b> : un milliampère égale à dix puissances moins trois ampères</p> <p><b>P</b> : très bien. : un milliampère égale à dix puissances moins trois ampères</p> <p><b>P</b> : bon, maintenant on fait le sens contraire. Un ampère égale à combien de milliampère ?</p> <p><b>E16</b> : égale à mille ampères</p>	
44.10	<p><b>P3</b> Activité théorique (11.45)</p>	<p><b>Ep.1</b> Définition du courant continu (11.45)</p>	<p><b>P</b> : le courant qui s'arrête, le courant qui continu. Je vous ai posé la question tout à l'heure. Ok courant continu.</p> <p>[<i>P fait un petit schéma électrique au tableau</i>]</p> <p><b>P</b> : le circuit comporte un générateur, une ampoule, un interrupteur et un ampèremètre aussi est dans le circuit qui permet de mesurer l'intensité du courant qui circule dans le circuit.</p> <p><b>P</b> : n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : et c'est la même intensité qui va traverser la pile, qui va traverser l'ampoule et ainsi de suite.</p> <p><b>P</b> : bon, nous avons déjà un circuit fermé, donc le courant va dans quel</p>	<p>En principe, ils devaient expérimenter ce schéma à l'aide de ces appareils.</p>

55.55		<p>sens ? de quelle borne à quelle borne ? la circulation d'un courant continu dans un circuit électrique.</p> <p><b>E17</b> : de la borne négative à la borne positive</p> <p><b>P</b> : de la borne négative à la borne positive, on est d'accord ?</p> <p><b>E18</b> : non monsieur</p> <p><b>E18</b> : de la borne positive à la borne négative</p> <p><b>P</b> : voilà. pour toi c'est le contraire. ça c'est la circulation des électrons. Mais le courant circule de la borne positive pour aller à la borne négative. Voilà la circulation du courant. Ok, lorsque le courant circule, la lampe s'allume. On parle de courant continu.</p> <p><b>P</b> : alors selon vous, qu'est-ce que le courant continu ? Voilà c'est ça ma question. Qui peut nous dire c'est quoi un courant continu ?</p> <p><b>E19</b> : le courant continu, c'est lorsque l'interrupteur est fermé et circule de la borne positive à la borne négative.</p> <p><b>P</b> : oui, le courant circule, le courant circule, n'est-ce pas ? oui le courant circule. Mais c'est quoi ?</p> <p><b>E20</b> : le courant continu, c'est lorsque les deux bornes....</p> <p><b>P</b> : voilà, tout simplement, un courant continu, c'est une quantité de courant qui est constante et qui circule dans un circuit pendant un bout de temps donné. Même quantité qui ne change pas. c'est ça qu'on appelle courant continu. C'est pourquoi je dis le courant s'arrête et le courant continu. donc c'est une quantité de courant donnée par l'ampèremètre.</p> <p><b>P</b> : des questions y en a ? Pas de question ? ok voilà</p> <p><i>[l'enseignant dicte le cours]</i></p> <p><b>P</b> : bon, on va terminer par une remarque</p>	
-------	--	---	--





		<p><b>P</b> : tout ça là ça forme ce qu'on appelle circuit électrique. C'est ça que je suis en train de schématiser.</p> <p><i>[P fait les deux schémas du circuit électrique au tableau]</i></p> <p><b>P</b> : qu'est-ce que vous constatez entre ces deux circuits électriques ? Qu'est-ce que vous constatez ? Regardez ces deux schémas : ce sont des circuits électriques.</p> <p><b>P</b> : n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur !</p> <p><b>P</b> : ces circuits électriques ici numéro 1 est fixé par ? est fixé par ? ça c'est la pile avec ses bornes, positive et négative et nous avons l'ampoule.</p> <p><b>P</b> : lorsqu'on branche une ampoule avec la batterie ça s'allume, n'est-ce pas ?</p> <p><b>P</b> : mais lorsque maintenant on prend deux batteries, on monte en série et on les branche, qu'est-ce que vous allez constater ?</p> <p><b>P</b> : le courant s'allume....</p> <p><b>Els</b> : très fort</p> <p><b>P</b> : nous avons l'éclat. Le courant fait quoi ?</p> <p><b>Els</b> : le courant s'allume</p> <p><b>P</b> : il y a la lumière qui éclate. N'est-ce pas ? Y a la lumière qui éclate. Ici, on dit l'éclat est intense. On dit, l'éclat est faible, n'est-ce pas ? et ici le courant est comment ? Le courant est intense, n'est-ce pas ? l'éclat est vif. C'est ça le mot.</p> <p><b>P</b> : alors vous allez voir que, ici, que constatez-vous ? si l'écart est fort et si l'éclat est faible, qu'est-ce que vous dites ?</p> <p><b>E1</b> : l'éclat est faible, donc la batterie est déchargée.</p> <p><b>P</b> : ici, <i>[P montre le schéma 1]</i> la batterie est déchargée et ici, <i>[P montre le schéma 2]</i>, la batterie est chargée, c'est ça ? Mais qu'est-ce que vous vous</p>	
--	--	---	--

		<p>constatez ? vous voyez dans cette figure si l'éclat est faible ?</p> <p><b>P</b> : ici, [<i>P montre le schéma 1</i>] c'est l'intensité du courant qui est faible et [<i>P montre le schéma 2</i>] vous avez constatez que l'intensité du courant est ...</p> <p><b>Els</b> : vif</p> <p><b>P</b> : L'intensité du courant est forte ici. Donc le courant qui circule ici [<i>P montre le schéma 2</i>] a même intensité qu'ici ? [<i>P montre le schéma 1</i>]</p> <p><b>Els</b> : non</p> <p><b>P</b> : non, c'est différent. Donc, ici [<i>P montre le schéma 1</i>] le courant est moins intense et ici [<i>P montre le schéma 2</i>] le courant est intense, n'est-ce pas ? C'est ce qui pose le problème de l'ENERCA ? n'est-ce pas ?</p> <p><b>P</b> : comparer le niveau de courant à partir de 18 heures au quartier GOBONGO et vous comparez à ceux au niveau de l'hôpital général. Qu'est-ce que vous allez constater ? Qu'à partir de 18 heures les ampoules qui sont là-bas au niveau de la ville brillent ...</p> <p><b>Els</b> : plus fort...</p> <p><b>P</b> : brillent plus fort, alors ici à GOBONGO, les ampoules sont comment ?</p> <p><b>Els</b> : faibles</p> <p><b>P</b> : et vous dites quoi ? c'est une baisse de...</p> <p><b>Els</b> : tension...</p> <p><b>P</b> : l'ampoule ne s'allume pas. Même si vous branchez un poste téléviseur, qu'est-ce que vous allez constater ?</p> <p><b>Els</b> : ça s'allume</p> <p><b>P</b> : oui, ça s'allume, n'est-ce pas ? ça s'allume, ça s'éteint. ça veut dire que, le courant qui parcourt n'est pas normal pour tenir un poste télévi..</p> <p><b>Els</b> : ..seur..</p> <p><b>P</b> : vous comprenez non ?</p>	
--	--	---	--

		<p><b>P</b> : alors, d'après toutes ces expériences ici là, tout ce qu'on a vécu ici là, représente ce qu'on appelle l'intensité du courant. Par ce que lorsque je branche la batterie, nous avons les fils électriques, nous avons l'ampoule et nous avons encore la durée, le temps auquel la batterie va se décharger. N'est-ce pas ? Alors, qu'est-ce qui se passe, qui peut me donner la définition de ce qu'on appelle le courant électrique ? L'intensité du courant électrique ? L'intensité ?</p> <p><b>E2</b> : l'intensité du courant c'est la quantité du courant qui traverse un conducteur</p> <p><b>P</b> : c'est la quantité du courant qui traverse un ...</p> <p><b>Els</b> : ...conducteur</p> <p><b>P</b> : c'est ça exactement.</p> <p><b>P</b> : l'intensité du courant est la quantité du courant qui traverse un conducteur par une unité de temps. N'est-ce pas par une unité de temps s'appelle quoi ?</p> <p><b>Els</b> : intensité du courant</p> <p><b>P</b> : intensité du courant. donc nous avons ici, la quantité du courant qui traverse le conducteur, le conducteur ici, ce sont des fils, n'est-ce pas ? Le fil c'est un conducteur électrique n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><i>[P écrit la définition de l'intensité du courant au tableau]</i></p> <p><b>P</b> : nous avons la quantité du courant, je souligne, nous avons l'unité de temps, je le souligne, n'est-ce pas ? Y a deux phrases qui sortent ici : la quantité du courant et nous avons, qui traverse une section d'un conducteur ? n'est-ce pas ?</p> <p><b>P</b> : une section d'un conducteur c'est quoi ? regardez c'est le fil, n'est-ce pas ? <i>[l'enseignant dessine un fil au tableau]</i>. Dans ce fil, nous avons des isolants ? et après nous avons les sections du fil, n'est-ce pas ? Nous avons les sections du fil : c'est la quantité qui traverse cette section, section d'un</p>	
--	--	--	--

		<p>conducteur, n'est-ce pas ? par unité de temps. Il peut avoir que vous allumez et ça ne s'allume pas.</p> <p><b>P</b> : lorsque ça ne s'allume pas,</p> <p><b>E3</b> : le courant est faible</p> <p><b>P</b> : non, lorsque vous avez l'autre là, votre torche, vous allumez ça s'allume et après deux jours, trois jours ça ne s'allume pas, cela signifie quoi ?</p> <p><b>P</b> : la batterie est ...</p> <p><b>Els</b> : faible</p> <p><b>P</b> : ou encore déchar...</p> <p><b>Els</b> : ..ger</p> <p><b>P</b> : dans ce cas, il faut charger la batterie à l'aide d'un chargeur ou encore avoir d'autres piles, n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur !</p> <p><b>P</b> : voilà c'est cette intensité que traverse ce courant là</p> <p><b>P</b> : l'intensité du courant est notée, à quoi est notée l'intensité du courant ? oui ?</p> <p><b>E4</b> : I</p> <p><i>[P dicte le cours]</i></p> <p><b>P</b> : alors il faut maintenant, il faut définir l'intensité du courant I.</p> <p><i>[P dicte le cours]</i></p> <p><b>P</b> : I s'exprime en ampère. Ampère c'est un physicien français qui a travaillé sur, dans le domaine de l'électricité, n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : l'intensité du courant ici est une grandeur physique. L'intensité du courant est une grandeur physique.</p>	
--	--	--	--

19.00			<i>[P dicte le cours]</i>	
19.00	<b>P2</b> Activités expérimentales (32.23)	<b>Ep.1</b> Présentation des matériels pour le montage électrique (02.30)	<b>P</b> : ici, c'est quoi ici ? <i>[P montre une batterie aux élèves]</i> <b>Els</b> : la batterie <b>P</b> : de téléphone n'est-ce pas ? <b>Els</b> : oui monsieur <b>P</b> : que j'ai fixé certains objets que j'ai attaché la borne négative et la borne positive <b>Els</b> : ...positive <b>P</b> : alors ces dispositifs ici, je vais compléter pour faire ce qu'on appelle circuit électrique, n'est-ce pas ? <b>Els</b> : oui monsieur <b>P</b> : alors nous avons les deux bornes, ici c'est ? <i>[P montre une ampoule aux élèves]</i> <b>E5</b> : l'ampoule	
21.30		<b>Ep.2</b> Expérience : faire allumer une ampoule (29.53)	<b>P</b> : ampoule ? alors lorsque je fixe l'autre borne positive, regardez ! je fixe <i>[P branche l'ampoule aux bornes de la batterie]</i> <b>P</b> : je le fixe. Borne positive comme y a pas de contact, je le fixe. La borne positive, je le fixe, avec l'autre borne positive de la lampe et lorsque j'allume <i>[P branche l'ampoule aux bornes de la batterie et la lampe s'allume]</i> . ça veut dire que j'ai chargé la batterie et la lampe s'allume ? <b>Els</b> : oui monsieur <b>P</b> : si l'ampoule ne brille pas fort c'est-à-dire que l'intensité du courant est comment ? <b>Els</b> : est faible <b>P</b> : ces mêmes dispositifs que les gens pour dormir avec ça	L'enseignant n'a pas suscité la réaction des autres élèves. C'est-à-dire les pousser à donner leur point de vue.  Cette partie nécessite plus des activités expérimentales avec des outils ou des matériels adéquats.

		<p><b>P</b> : ou encore, nous avons ce qu'on appelle ici, beuh, un accumulateur qui peut charger la batterie n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : regardez, j'ai mis et j'ai enlevé la sortie n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : pour ce qui est coupé, l'un est négatif et l'un est</p> <p><b>Els</b> : positif</p> <p><b>P</b> : je peux encore compléter ce dispositif. Je vais encore compléter ce dispositif pour le schéma 2. Ici, nous avons une seule batterie [<i>P montre le schéma 1</i>] et ici nous avons combien de batterie [<i>P montre le schéma 2</i>] ?</p> <p><b>Els</b> : deux batteries</p> <p><b>P</b> : monter en ? série...</p> <p><b>Els</b> : ...en série</p> <p><b>P</b> : n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : c'est-à-dire, je prends le positif, je prends le négatif et j'associe avec l'autre positif et donc ici nous avons plus, moins. Vous ne voyez pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><i>[L'enseignant refait son montage seul en invitant les élèves à regarder]</i></p> <p><b>P</b> : nous avons ce dispositif-là, nous avons la batterie n'est-ce pas ? Je prends le plus, j'accroche au moins et je prends le moins et je le mets ici</p> <p><b>P</b> : attendez, je vérifie mon « powers » est-ce qu'il est chargé. S'il n'est pas chargé, ça pose problème</p> <p><b>P</b> : est-ce que ça s'allume ?</p> <p><b>Els</b> : non monsieur</p>	
--	--	--	--

		<p><b>P</b> : si ça ne s'allume pas, si ça ne s'allume pas, ça signifie quoi ? C'est plus faible ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : c'est-à-dire que l'intensité du courant est comment ?</p> <p><b>Els</b> : faible</p> <p><b>P</b> : l'intensité du courant, regardez le courant ça s'allume mais c'est trop faible. Mais lorsque je vais voir avec la batterie chargée, je fais plus et je fais moins, voilà ! Je fais plus avec, voilà ! <i>[L'ampoule s'allume et les élèves observent].</i></p> <p><b>P</b> : vous avez cet éclat. ça brille vif. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : donc ça signifie que, regardez même ça signifie au tableau. Voilà ! c'est-à-dire que l'intensité du courant est normale. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><i>[l'enseignant dicte le cours sur l'unité légale de l'intensité du courant]</i></p> <p><i>[E6 vient au tableau placer 500cA dans le tableau de conversion]</i></p> <p><b>P</b> : regardez, 500cA égale à 5 A. Ecrire au tableau, n'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : regardez, 500cA est égale à combien d'ampère ?</p> <p><b>Els</b> : 5A</p> <p><b>P</b> : vous avez compris ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : Beuh, qui passe au tableau pour faire 12kA est égale à combien d'ampère ? Une fille au tableau 12kA.</p> <p><i>[l'enseignant invite un élève de venir au tableau donner le résultat et E7 vient</i></p>	<p>L'enseignant arrive à allumer l'ampoule seul sans tenir compte des tâches des élèves.</p> <p>L'enseignant invite les élèves à recopier le cours</p> <p>L'enseignant invite un élève à aller au tableau de placer 500 centiampère dans le tableau de conversion</p>
--	--	---	---

		<p><i>au tableau placer 12kA dans le tableau de conversion]</i></p> <p><b>P</b> : 12kA, la case de kilo c'est où ? Oui mademoiselle ? suivez bien mademoiselle</p> <p><b>P</b> : la case des kilos c'est où ? et le nombre devrait être dans la case des kilos. Alors qu'est-ce qu'on fait ?</p> <p><i>[/i&gt;enseignant invite une autre élève de venir au tableau donner le résultat et E8 vient au tableau placer 12kA dans le tableau de conversion]</i></p> <p><b>Els</b> : on ajoute trois zéros</p> <p><b>P</b> : on multiplie par mille. est égale à combien ?</p> <p><b>Els</b> : 12.000A</p> <p><b>P</b> : 12.000A</p> <p><b>P</b> : qui passe au tableau pour nous faire 3750mA ? oui mademoiselle ?</p> <p><i>[/i&gt;enseignant invite une autre élève E9 de venir au tableau placer 3750mA dans le tableau de conversion]</i></p> <p><b>P</b> : égale à combien ? regardez</p> <p><b>E9</b> : égale à trois</p> <p><b>P</b> : et les 750 on les met où ? on les met dehors ? on place une virgule</p> <p><b>Els</b> : virgule</p> <p><b>P</b> : alors voici comment convertir ce qu'on appelle les unités de l'intensité qui est une grandeur physique qui peut être, qui peut être converti. N'est-ce pas ?</p> <p><b>P</b> : oui monsieur</p> <p><i>[/i&gt;enseignant propose de définir le courant continu]</i></p> <p><b>P</b> : qu'est-ce qu'un courant continu ? humm, le courant continu c'est quoi ?</p> <p><b>E10</b> : le courant continu, c'est la variation de...c'est la variation de tension</p>	<p>L'élève n'arrive pas à proposer la bonne réponse et l'enseignant n'a pas insisté et propose d'inviter une autre élève de venir proposer la réponse.</p> <p>L'élève E9 n'arrive pas à proposer une réponse correcte.</p>
--	--	---	--

		<p><b>P</b> : c'est la variation de tension. le courant continu, c'est la variation de tension. Lorsque la tension diminue, et que la tension augmente, c'est le courant continu. C'est ça ?</p> <p><b>P</b> : cette expérience ici que nous avons mise en valeur. La diminution et l'augmentation...oui</p> <p><b>E11</b> : le courant continu, le courant ne coupe jamais</p> <p><b>P</b> : le courant ne coupe jamais. Mais y a aussi des délestages. Le courant coupe. quel est le courant qui ne coupe pas ?</p> <p><b>E11</b> : mais ça coupe, ça vient</p> <p><b>P</b> : ça coupe, ça vient. Vous ne connaissez pas ce que c'est que courant continu ? oui ?</p> <p><b>E12</b> : le courant continu c'est un courant qui a le même sens</p> <p><b>P</b> : le courant continu, c'est un courant qui parcourt même sens. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : nous avons deux bornes du courant. Le côté positif et le côté négatif. On dit, borne positive et borne négative. Et le courant circule où ?</p> <p><b>P</b> : ce courant circule dans le sens positif. Regardez si le courant est là, nous avons négative et positive. Donc le courant parcourt comme ça. <i>[l'enseignant indique sur les figures le sens du courant]</i>.</p> <p><b>P</b> : le sens du déplacement du courant reste l'unique : du positif au négatif. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : contrairement de ce que nous avons vu en classe de 4<sup>ème</sup>, le courant alternatif. Ce courant part où ? Il va, il revient. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p>	
--	--	--	--

		<p><b>P</b> : ce courant, il change régulièrement des bornes. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : c'est un courant alternatif...</p> <p><b>Els</b> : alternatif...</p> <p><b>P</b> : il faut donc retenir que le courant continu, c'est le qui est équipé par la batterie, les accumulateurs. N'est-ce pas ?</p> <p><b>P</b> : si tu changes de bornes, ça ne s'allume pas. Vous comprenez ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : l'ENERCA notre société qui nous aide en courant ici, c'est un courant continu. Les transformateurs, les groupes électrogènes est-ce que ce sont des courants continus ?</p> <p><b>Els</b> : non</p> <p><b>P</b> : ce sont des courants alternatifs</p> <p><b>Els</b> : alternatifs...</p> <p><b>P</b> : alterner, c'est-à-dire, vous voyez que le jour et la nuit s'alternent. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p> <p><b>P</b> : donc ça veut dire que si y a le jour, la nuit disparaît et si y a la nuit le jour disparaît. C'est vis-versa. Donc c'est le mot alterner.</p> <p><i>[l'enseignant écrit la définition du courant alternatif au tableau]</i></p> <p><b>P</b> : notez pour aujourd'hui que, vous connaissez ce qu'on appelle la définition de l'intensité du courant. Vous connaissez ici ce qu'on appelle courant continu. Vous connaissez maintenant les unités de l'intensité du courant et vous connaissez les multiples et les sous multiples de l'ampère. N'est-ce pas ?</p> <p><b>Els</b> : oui monsieur</p>	
--	--	--	--

51.23			<b>P</b> : et vous connaissez ce qu'on appelle le courant continu. Je crois qu'il est l'heure. On va s'arrêter pour la journée et on va se voir pour la prochaine fois.	
-------	--	--	---	--



## Annexe 9 : Transcription des entretiens avec l'enseignante P1

C : Chercheur ;

P1 : L'enseignante P1

### ENTRETIEN ANTE (AVANT LA SEANCE)

Tdp	Actant	Identification de l'enseignant
1	C	Quel est votre diplôme professionnel obtenu ?
2	P1	J'ai des diplômes professionnels : j'ai un CAPES en sciences physiques, certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement secondaire, sciences physiques
3	C	Pourriez – vous me parler un peu de votre formation ?
4	P1	Sur ma formation, j'ai étudié à l'université, j'ai la licence en science physique, et maîtrise de physique et ensuite j'ai aussi la formation en CAPES de sciences physiques.
5	C	Depuis combien de temps enseignez – vous la science physique ? Et quelle est votre ancienneté d'enseignement dans ce niveau de classe ?
6	P1	Depuis 7 ans
Tdp	Actant	Organisation pratique de la salle
7	C	Combien de classes tenez – vous ?
8	P1	Quatre classes et pour l'instant, j'interviens qu'en classe de troisième
9	C	Quel que soit le niveau ? Ou seulement en 3 <sup>ème</sup> ?
10	P1	Toutes les classes de 3 <sup>ème</sup>
11	C	Vos classes sont composées par combien d'élèves ?
12	P1	Les classes sont composées le plus souvent 65, 70 élèves voire plus
13	C	Quelle est la représentation de la classe ( <i>en termes de sa composition en effectif, sexe, moyenne d'âge, statut socio-économique des parents</i> ) ?

14	P1	J'ai une classe à un effectif de 70. Des sexes, ça varie, y a des garçons et des filles et concernant l'âge...
15	C	Pour la plupart des cas, ce sont des garçons ou des filles en termes d'effectif ?
16	P1	Si par exemple, pour une classe de 70 élèves en classe de 3 <sup>ème</sup> , nous avons 33 garçons et 29 filles. L'âge varie de 13 à 15 ans. La plupart des élèves qu'on enseigne ici, sont des enfants des pauvres qui n'ont pas de moyen.
17	C	Quelle(s) méthode(s) privilégiez-vous pendant le(s) cours ? (Par exemple : Expositive ? collaborative ?,...)
18	P1	La méthode qu'en utilise ici en Centrafrique c'est la méthode collaborative.
19	C	Comment faites-vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
20	P1	Pour favoriser les interactions, c'est seulement enseignant et élève qui pousse les élèves à apprendre leur leçon et à faire des petites expériences pendant les cours.
21	C	Quels types d'interactions sont les plus fréquentes dans vos classes ?
22	P1	Enseignant-élève.
23	C	Comment les activités proposées si possibles par l'enseignant sont réalisées ?
24	P1	Pour réaliser les activités, l'enseignant a le droit de proposer des exercices. Soit d'organiser les travaux dirigés pour amener les élèves à comprendre certaines choses.
<b>ENTRETIEN POST (APRES LA SEANCE)</b>		
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique enseignante</b>
<b>Composante cognitive</b>		
25	C	Quelles sont les tâches prévues pour les élèves lors de votre séance et les contenus de physique que vous mettiez en œuvre ?
26	P1	Les tâches pour les élèves : les élèves doivent travailler, ils doivent poser des questions, apprendre à allumer une ampoule.
27	C	Comment ces tâches proposées si possibles sont – elles réalisées ?
28	P1	Ces tâches proposées c'est lorsque si les élèves se mettent au travail et s'ils ont les matériels pour la pratique.
29	C	Quel temps de travail a été donné aux élèves pour réaliser la tâche demandée dans la consigne ?

30	<b>P1</b>	Pendant une semaine ou pendant les heures de cours en classe.
31	<b>C</b>	Quelle(s) méthode(s) privilégiez – vous pendant le(s) cours ? ( <i>Par exemple : Expositive ? collaborative ?...</i> ).
32	<b>P1</b>	La méthode utilisée est la méthode collaborative.
33	<b>C</b>	Est-ce que ces méthodes dépendent du contenu abordé, du moment de la journée, de l'absence de matériel, de la classe, etc.
34	<b>P1</b>	Non !
35	<b>C</b>	Quel(s) type(s) d'interactions sont le(s) plus fréquent(s) dans votre classe ?
36	<b>P1</b>	Les interactions les plus fréquentes dans ma classe, c'est l'enseignant-élève
<b>Composante médiative</b>		
37	<b>C</b>	Quels sont les choix d'organisation du travail des élèves dans la classe ?
38	<b>P1</b>	Les choix d'organisation de travail dans la classe : les travaux dirigés et individuels.
39	<b>C</b>	Y a-t-il un temps de mise en commun ? De réalisation collective ? De réalisation individuelle ? De réalisation par petit groupe ? Sous quel format ?
40	<b>P1</b>	Absolument oui et sous forme des travaux dirigés.
41	<b>C</b>	Comment faites – vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
42	<b>P1</b>	Par les motivations. On les motive. On peut les encourager à prendre goût du cours
43	<b>C</b>	Il me semble qu'au début du cours, les élèves ont du mal à comprendre ce que veut dire dipôle et intensité du courant. Comment expliquez-vous cela ?
44	<b>P1</b>	Un dipôle c'est un objet ou un matériel qui a deux bornes. Borne positive et négative. Dans ce cas, on peut parler d'un générateur qui est un dipôle. Par ce qu'il possède deux bornes. Et si on parle de l'intensité du courant et de la quantité du courant qui traverse une section électrique par unité de temps. Et on le note souvent $I$ égale à $Q$ sur $t$ .  Voilà l'explication un peu plus directe.

**Composante institutionnelle**

45	<b>C</b>	Selon vous, quelles sont les contraintes extérieures à la classe qui influent sur la séance en termes de pratiques (C'est-à-dire, qui ont un effet sur ce qui se passe en classe et sur la préparation de la classe) ? Quelles en sont les raisons ?
46	<b>P1</b>	Les contraintes sont les effectifs pléthoriques des élèves, emplacement des écoles, surtout à côté du marché et les raisons sociales. Pas assez de salles de classes et manque de professeur de science, etc.
47	<b>C</b>	Avez-vous pris en compte le programme, des horaires, des contraintes institutionnelles ?
48	<b>P1</b>	Oui !
49	<b>C</b>	Quels étaient les objectifs de l'activité relatifs à cette unité d'enseignement ?
50	<b>P1</b>	Les objectifs sont que l'élève doit être capable de savoir ce que c'est qu'une intensité du courant, monter en série le circuit électrique, comment allumer une pile avec une ampoule électrique.
51	<b>C</b>	Avez-vous un laboratoire et des ressources à votre disposition comme les matériels didactiques et disponibles dans l'établissement (ressources spécifiques à cette discipline) ? Si oui, quelle en est l'utilisation ? Si non, comment faites-vous et pourquoi ?
52	<b>P1</b>	Non ! nous proposons seulement des cours théoriques et l'enseignant achète parfois les piles avec ses propres moyens pour faire l'expérience avec les élèves.
53	<b>C</b>	Quelles sont vos relations avec les inspecteurs de votre discipline ?
54	<b>P1</b>	Les relations sont bonnes avec les inspecteurs
<b>Composante personnelle</b>		
55	<b>C</b>	Quelles sont vos convictions personnelles sur l'intérêt de l'enseignement de l'intensité, de l'électricité, et plus généralement de l'enseignement de la physique au collège ?
56	<b>P1</b>	Je suis satisfaite d'avoir enseigné ce chapitre au collège sur l'intensité du courant.

57	<b>C</b>	Y a-t-il l'impact de votre histoire personnelle sur votre travail (C'est-à-dire, votre expérience professionnelle) ? Expliquer.
58	<b>P1</b>	Je n'ai pas d'histoire sur ça. Bon ! sur ma vie professionnelle et une histoire, c'est une matière qui est très intéressante. Telle que la science physique que j'enseigne en intensité du courant, à la maison moi-même je prépare une ampoule et une pile et j'allume ma maison et j'enseigne aussi ça à mes enfants à la maison. Même dans les quartiers. Voilà ce que je fais le plus souvent et j'étais très satisfaite.
59	<b>C</b>	Pensez – vous que vos élèves ont des connaissances extérieures suffisantes et/ou adéquates pour aborder la leçon du jour ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
60	<b>P1</b>	Oui ! Par ce qu'on enseigne une partie de ce chapitre en classe antérieure avec les enfants.
61	<b>C</b>	Pensez-vous que la représentation que vous faites du circuit électrique est la même que celle que font vos élèves des installations électriques domestiques ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
62	<b>P1</b>	Oui ! S'ils font bien le branchement, la lampe s'allume. S'ils ne font pas bien le branchement, la lampe ne s'allume pas. Donc ce qu'ils font là est toujours la même.
63	<b>C</b>	D'après vous, où est-ce que vos élèves peuvent rencontrer des difficultés dans cette étude ? Expliquer.
64	<b>P1</b>	Les élèves peuvent rencontrer des difficultés par ce qu'il y a manqué de matériels didactiques, manque de protocole expérimental. On fait seulement le cours théorique. Voilà ce qui leur cause problème pour ce chapitre.
65	<b>C</b>	Etes-vous satisfaite de la manière dont s'est déroulé le cours ? Si oui, expliquer, Si non, quelles en sont les raisons ?
66	<b>P1</b>	Pas totalement. Il y a un effectif pléthorique et qui empêche l'enseignant à se donner de son mieux et le temps de travail est aussi court. C'est pourquoi, l'enseignant a des problèmes.
67	<b>C</b>	Quels sont les moments qui vous ont paru difficiles pendant le cours ? Et pourquoi ?
68	<b>P1</b>	Les moments les plus difficiles sont les moments où les élèves ne comprennent pas le cours, surtout la définition sans faire des expériences. C'est à ce niveau-là si les élèves ne comprennent pas le cours. Ils ne comprennent pas comment on fait des branchements. j'ai aussi éprouvé de difficulté à ce niveau.

**Composante sociale**

69	<b>C</b>	Quelles sont les relations que vous entretenez avec vos collègues de travail ( <i>personnel administratif et enseignants</i> )
70	<b>P1</b>	Avec le personnel administratif et enseignant, nous avons une bonne relation.
71	<b>C</b>	Au-delà de l'établissement ? Par exemple, certains enseignants dans d'autres pays africains utilisent beaucoup leur smartphone pour participer à des échanges (WhatsApp, etc.) au sein de collectifs enseignants.
72	<b>P1</b>	Nous ici en Centrafrique, on n'a pas ces matériels. Surtout on fait cours théorique. On utilise des livres des collègues qui viennent de l'extérieur bien-sûr, mais on, n'a pas les WhatsApp et autres. Mais seulement des cours théoriques à travers les anciennes méthodes.
73	<b>C</b>	Quelle est votre participation aux choix collectifs des collègues de l'établissement, sur les habitudes professionnelles des enseignants de science physique ?
74	<b>P1</b>	Pour la participation, je suis actionnaire. s'il s'agit d'une décision, je participe. S'il s'agit de faire un choix d'établir un programme d'enseignement et je faisais aussi partie avec les collègues ensemble.
75	<b>C</b>	Quelles sont les répercussions que le milieu social des élèves peut avoir sur le déroulement ou la conception de la séance ?
76	<b>P1</b>	La répercussion, il y a ce problème si les élèves ne comprennent pas normalement le cours et c'est ce qu'on appelle baisse de niveau en science physique. Soit y a toujours une incompréhension de cours et y a aussi le dégoût de science physique.
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique expérimentale</b>
<b>Sur la place accordée (ou non) aux élèves</b>		
77	<b>C</b>	Selon vous, quelle est la place accordée (ou non) aux élèves dans l'expérience de cours en intensité du courant électrique ?
78	<b>P1</b>	La place réservée aux élèves est de montrer comment on peut allumer une ampoule avec une pile plate.
79	<b>C</b>	Selon vous, les activités expérimentales peuvent-elles être utiles pour faciliter la tâche cognitive des élèves ? Expliquer.
80	<b>P1</b>	Bien sûr ! Si un élève regarde normalement ce que le professeur fait, par exemple faire un branchement normal et il explique avec les

		matériels didactiques. Par exemple un générateur on le place, on prend une ampoule on le place, avec des fils électriques de couleurs différentes. Alors lorsque je vais expliquer et faire le branchement normal, les élèves vont être satisfaits. Eux même, ils sont capables de faire cette expérience à la maison et voire même avec l'entourage et avec les amis. Et ça pousse les élèves à aimer la matière. Mais comme on fait le cours théorique, les enfants ne voient même pas et c'est avec propre moyen des enseignants. Par exemple, une pile pour montrer que c'est un générateur, avec les petits fils électriques. Et vous voyez, donc si c'est pour allumer là, ce n'est pas une ampoule normale, mais plutôt des ampoules des lampe-torches qu'on a essayé de faire ce branchement. Alors que si c'était une ampoule normale, on peut prendre l'ampoule et on explique aux enfants, voilà le culot, voilà le plot comme ça ils vont savoir que ce sont les bornes de l'ampoule. Et comme ça ils seront capables d'aimer la matière et ils sont contents.
<b>Sur le rôle de l'enseignant</b>		
81	<b>C</b>	Avez – vous des difficultés à enseigner des notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser ?
82	<b>P1</b>	Bien sûr !
83	<b>C</b>	Si oui, comment comptez-vous surmontez cette difficulté ?
84	<b>P1</b>	Il y a toujours de difficultés. Par ce qu'on n'a pas de protocole, on ne peut rien faire et ça cause déjà un petit problème pour les enfants. ça là, les enfants ne vont rien comprendre. Par ce qu'on n'a pas de protocole pour leur monter et on n'a pas de matériel pour expliquer normalement ce cours et comme ç le professeur va passer sur ce chapitre. Parfois, on donne quelques explications et on s'en va. Ce n'est pas bien et ça cause déjà la difficulté rencontrée avec ce chapitre.
<b>Sur le rôle du matériel didactique</b>		
85	<b>C</b>	Selon vous, à quoi servent les matériels didactiques ?
86	<b>P1</b>	Les matériels didactiques permettent à l'enseignant de présenter normalement le cours aux élèves avec les pratiques et théoriques.
87	<b>C</b>	Ces matériels sont-ils toujours indispensables dans la réalisation des expériences de cours en intensité du courant ?
88	<b>P1</b>	Oui !
<b>Sur les dimensions plus générales de l'enseignement de la physique (de l'électricité)</b>		

89	<b>C</b>	A partir d'un exemple d'expérience de cours en intensité du courant, pouvez-vous préciser ce que l'on peut enseigner en termes de savoirs théoriques et pratiques ?
90	<b>P1</b>	Un exemple que j'ai donné, par exemple on veut définir un dipôle, pour définir ce que c'est que l'intensité du courant, il faut définir ce que c'est que le dipôle ou intensité du courant. Donc on définit le dipôle, on définit ce que c'est que l'intensité du courant. Comme vous m'avez posé la question tout à l'heure en disant que dipôle c'est quoi ? Ce sont des corps qui contiennent des bornes plus et négative. Et on peut aussi définir l'intensité du courant comme étant la quantité du courant qui traverse une section de conducteur électrique par unité de temps. Voilà ces exemples et l'élève sera capable de comprendre.
91	<b>C</b>	Pouvez-vous me donner une idée sur le déroulement des expériences de cours ?
92	<b>P1</b>	Pour aborder une expérience de cours, je dépose d'abord mes matériels et après je passe par les prérequis et je commence à expliquer le protocole, à expliquer le cours et maintenant, je commence à faire les branchements. C'est comme ça que je fais. il faut d'abord expliquer le protocole de l'expérience et après maintenant on fait les petites expériences de cours devant les élèves pour leur faire observer. Soit nous n'avons pas parfois ces matériels, je fais un schéma au tableau tel que le cas de l'intensité du courant, on a essayé de faire le schéma d'un générateur par les deux traits et les bornes et les fils de connexion et ensuite, on place l'ampoule au milieu pour montrer à ces élèves-là, voilà c'est comme ça que cette expérience qu'on a réalisée et maintenant on prend les petits matériels qu'on a en mains là, on essaye de les relier pour montrer à ces enfants.
93	<b>C</b>	Pensez-vous que la science physique est bien enseignée en Centrafrique ?
94	<b>P1</b>	Pas tellement ! par ce qu'il n'y a pas de matériels expérimentaux.
95	<b>C</b>	Pourquoi les élèves se désintéressent de l'enseignement scientifique ?
96	<b>P1</b>	Par ce qu'il y a manque de matériel qui les pousse à aimer cette matière. Par ce qu'ils font seulement le cours théorique. C'est pourquoi les élèves vont se désintéressés de la science physique en Centrafrique.
97	<b>C</b>	Comment motiver ces élèves ?
98	<b>P1</b>	Pour les motiver, on passe par les travaux dirigés, soit par les conseils pour les amener à aimer la série scientifique. On peut aussi faire les

		travaux dirigés ou soit les petites expériences.
99	<b>C</b>	Selon vous, quels sont les facteurs qui entravent l'acquisition des concepts liés à la science physique (à l'électricité) chez les élèves centrafricains ?
100	<b>P1</b>	C'est seulement le manque de matériels didactiques.
101	<b>C</b>	Selon vous, l'utilisation de matériels didactiques peut augmenter le rendement des élèves centrafricains dans l'enseignement de science physique en général et en particulier l'électricité ? Expliquer.
102	<b>P1</b>	Oui ! Ces matériels nous permettent de montrer comment on peut brancher un circuit électrique. Soit montrer les bornes d'une pile, soit d'une ampoule électrique et voire même montrer aux enfants, le sens conventionnel du courant électrique et celui de l'électron dans un circuit électrique.



## Annexe 10 : Transcription des entretiens avec l'enseignant P2

C : Chercheur ;

P2 : L'enseignante P2

### ENTRETIEN ANTE (AVANT LA SEANCE)

Tdp	Actant	Identification de l'enseignant
	<b>C</b>	Quel est votre diplôme professionnel obtenu ?
	<b>P2</b>	Je suis titulaire d'un CAPPC en mathématiques et sciences physiques.
	<b>C</b>	Pourriez – vous me parler un peu de votre formation ?
	<b>P2</b>	Je suis ressortissant de l'école normale supérieure de l'université de Bangui.
	<b>C</b>	Depuis combien de temps enseignez – vous la science physique ? Et quelle est votre ancienneté d'enseignement dans ce niveau de classe ?
	<b>P2</b>	C'est depuis 5 ans que je commence à enseigner au collège.
Tdp	Actant	Organisation pratique de la salle
	<b>C</b>	Combien de classes tenez – vous ?
	<b>P2</b>	Pour l'instant, je tiens cinq classes en tout.
	<b>C</b>	Quel que soit le niveau ? Ou seulement en 3 <sup>ème</sup> ?
	<b>P2</b>	J'interviens en classe de troisièmes 3 et bien d'autres classes de quatrième.
	<b>C</b>	Vos classes sont composées par combien d'élèves ?
	<b>P2</b>	Les élèves de 3 <sup>ème</sup> 3 sont au nombre de 97.
	<b>C</b>	Quelle est la représentation de la classe ( <i>en termes de sa composition en effectif, sexe, moyenne d'âge, statut socio-économique des parents</i> ) ?
	<b>P2</b>	En ce qui concerne les effectifs, les filles peuvent atteindre plus de 47%, les garçons 53%. Moyen d'âge, c'est de 14 ans à 19 ans. Les parents des élèves du côté nord, ce sont des parents démunis, les parents qui n'ont pas assez d'argent et ils laissent leurs enfants au lycée public.
	<b>C</b>	Quelle(s) méthode(s) privilégiez-vous pendant le(s) cours ? (Par exemple : Expositive ? collaborative ?...)
	<b>P2</b>	En collaboration avec les enfants, il faut d'abord leur exprimer la confiance. Vous voyez ces enfants sont des démunis. Ils n'ont pas de quoi, ils ont... Donc il faut d'abord faire confiance à l'enfant et leur montrer la nécessité de ce qu'on fait pour que les enfants puissent attacher à l'enseignement. Donc c'est la méthode collaborative.

	<b>C</b>	Comment faites-vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
	<b>P2</b>	Ce que j'ai organisé, c'est un cours entre élèves et enseignant. Et les enfants doivent être calmes pour recevoir les connaissances acquises que je vais élaborer avec les enfants.
	<b>C</b>	Quels types d'interactions sont les plus fréquentes dans vos classes ?
	<b>P2</b>	Enseignant-élève, c'est lorsque c'est l'enseignant qui donne le savoir-faire et qui montre les difficultés et maintenant élèves et l'enseignant c'est les TD, les travaux dirigés et les travaux pratiques. Malheureusement, on n'a rien comme un laboratoire qui puisse démontrer tout ce que nous avons fait. Donc avec les moyens de bord, le professeur serait mieux, le professeur lui-même fera l'effort de rassembler tous les matériels pour pouvoir montrer aux enfants.
	<b>C</b>	Comment les activités proposées si possibles par l'enseignant sont réalisées ?
	<b>P2</b>	Alors, il faut d'abord être en entente avec les élèves par ce que pour un TD, je donne l'exemple pour l'électricité, il faut un TD programmé, il va falloir qu'on soit en entente avec les élèves. Il faut amener certains matériels comme fil électrique. Il faut chercher les moyens de bord. Il faut les accumulateurs comme les batteries. Tout ça là pour,...les contacts pour montrer à l'enfant voici ce qui est l'électricité, ...tout ça là.
<b>ENTRETIEN POST (APRES LA SEANCE)</b>		
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique enseignante</b>
<b>Composante cognitive</b>		
	<b>C</b>	Quelles sont les tâches prévues pour les élèves lors de votre séance et les contenus de physique que vous mettiez en œuvre ?
	<b>P2</b>	Les activités des élèves, c'est de participer aux cours, poser des questions. S'ils ont de préoccupations, ils posent des questions et aller au tableau corriger les exercices élaborés par le professeur.
	<b>C</b>	Comment ces tâches proposées si possibles sont – elles réalisées ?
	<b>P2</b>	Les tâches proposées sont réalisées grâce au préparatif de cours. Le professeur doit élaborer une fiche pédagogique et grâce à ça, il doit définir les objectifs des cours et c'est grâce à ça qu'il devrait faire son cours.
	<b>C</b>	Quel temps de travail a été donné aux élèves pour réaliser la tâche demandée dans la consigne ?
	<b>P2</b>	Donc, les tâches demandées, on peut même donner plus ... si, les questions réponses, on peut donner 30 minutes de questions, 15 minutes de questions réponses et 10 minutes pour l'interprétation. Donc le tout ça donne plus de 35 minutes.
	<b>C</b>	Quelle(s) méthode(s) privilégiez – vous pendant le(s) cours ? ( <i>Par exemple : Expositive ? collaborative ?...</i> ). Est-ce que ces méthodes dépendent du contenu abordé, du moment de la journée, de l'absence de matériel, de la classe, etc.
	<b>P2</b>	Nous, c'est la méthode active que nous utilisons, par ce qu'on n'a pas ...collaborative. C'est-à-dire, on pose des questions et l'élève répond. On donne des exemples pour faire comprendre à l'enfant ce qui est nécessaire. Oui lorsque y'a l'absence de matériel que le professeur

		propose la méthode active et si y'a les matériels, on devait changer les méthodes. Mais généralement comme j'avais dit au départ que les élèves, le milieu ne nous permet pas d'acquérir des matériels scientifiques pour pouvoir proposer aux élèves. C'est ça que nous proposons la méthode active.
	<b>C</b>	Quel(s) type(s) d'interactions sont le(s) plus fréquent(s) dans votre classe ?
	<b>P2</b>	Oui, c'est l'interaction élève – enseignant, c'est lorsque l'élève... on fait élève – enseignant et on fait élève – élève. Par ce que si c'est élève – élève, on regroupe les élèves qui sont, qui comprennent bien dans des exercices pour montrer ce qu'ils comprennent pour donner la certitude aux autres. Et aussi, y'a la partie, élève-enseignant et la partie élève-élève aussi.
<b>Composante médiative</b>		
	<b>C</b>	Quels sont les choix d'organisation du travail des élèves dans la classe ?
	<b>P2</b>	L'organisation du travail et le choix de l'organisation du travail par les élèves,...on peut organiser les exercices en classe, on peut organiser les exercices en groupe pour que les élèves puissent discuter entre eux.
	<b>C</b>	Y a-t-il un temps de mise en commun ? De réalisation collective ? De réalisation individuelle ? De réalisation par petit groupe ? Sous quel format ?
	<b>P2</b>	Il y'a un temps pour mise en commun, un temps pour l'exploitation et démonstration et la réalisation individuelle centrée sur la performance de chaque élève. Donc la réalisation collective, on le fait sous forme de travaux dirigés. Mais comme je vous dis, les TD, on a manqué des matériels, on ne peut pas réaliser certains TD et la réalisation par petit groupe ou le travail est reparti par les élèves.
	<b>C</b>	Comment faites – vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
	<b>P2</b>	Alors, on enseigne et on écrit au tableau et l'élève doit écrire sur son tableau et l'enseignant pose des questions et l'élève propose la réponse. Là ce sont des interactions qu'on donne des exercices et l'élève corrige les exercices pour que l'élève puisse comprendre son erreur.
	<b>C</b>	Il me semble qu'au début du cours, les élèves ont du mal à comprendre ce que veut dire dipôle et intensité du courant. Comment expliquez-vous cela ?
	<b>P2</b>	Il y'a deux bornes de générateur. Le dipôle, c'est lorsqu'il y'a deux bornes du générateur. L'un est positive et l'autre est négative et l'intensité du courant. Donc, les dipôles sont marqués positivement ou négativement.
<b>Composante institutionnelle</b>		
	<b>C</b>	Selon vous, quelles sont les contraintes extérieures à la classe qui influent sur la séance en termes de pratiques (C'est-à-dire, qui ont un effet sur ce qui se passe en classe et sur la préparation de la classe) ? Quelles en sont les raisons ?
	<b>P2</b>	Une très bonne question, par ce que bon nombre des élèves, ils ont.... C'est-à-dire que l'environnement des élèves joue sur les cours. De toutes les façons, beaucoup des élèves du côté nord ne dorment pas dans l'électricité et ne connaissent pas ce que c'est que une ampoule. Ils ne savent pas ce que c'est que contact. Tout ceci joue aussi sur la compréhension des élèves. donc l'environnement social aussi ça joue sur l'éducation de la science physique.

	<b>C</b>	Avez-vous pris en compte le programme, des horaires, des contraintes institutionnelles ?
	<b>P2</b>	Oui ! les programmes, c'est ça qu'on respecte souvent. C'est-à-dire le plan de progression, le programme annuel. C'est ça que l'élève doit... et la répartition des tâches dans chaque heure. C'est ça que le professeur tient compte pur enseigner.
	<b>C</b>	Quels étaient les objectifs de l'activité relatifs à cette unité d'enseignement ?
	<b>P2</b>	Les objectifs pédagogiques que les élèves doivent vraiment connaître, c'est quoi : à la fin de la leçon, les élèves doivent être capables de définir un circuit électrique, identifier les éléments d'un circuit électrique, connaître le type de montage, effectuer la mesure de l'intensité et de la tension du courant électrique et ensuite. Et pour finir, c'est de faire la différence entre la tension du courant électrique et l'intensité du courant électrique.
	<b>C</b>	Avez-vous un laboratoire et des ressources à votre disposition comme les matériels didactiques et disponibles dans l'établissement (ressources spécifiques à cette discipline) ? Si oui, quelle en est l'utilisation ? Si non, comment faites-vous et pourquoi ?
	<b>P2</b>	Effectivement dans notre établissement, il y'a un laboratoire. Mais il y'a manque de ressources, il y'a manques de matériels. Alors ce qui fait que nous avons un peu de difficultés pour organiser parfois quelques expériences.
	<b>C</b>	Quelles sont vos relations avec les inspecteurs de votre discipline ?
	<b>P2</b>	Oui ! les relations avec les inspecteurs. Les inspecteurs sont là, pour vérifier le déroulement de cours et est-ce que si les objectifs du cours sont atteints ? et que le professeur doit respecter le programme annuel et le professeur doit respecter ce qu'on appelle le plan de progression de chaque cours.
<b>Composante personnelle</b>		
	<b>C</b>	Quelles sont vos convictions personnelles sur l'intérêt de l'enseignement de l'intensité, de l'électricité, et plus généralement de l'enseignement de la physique au collège ?
	<b>P2</b>	Oui personnellement, pour moi, l'enseignement de science physique ça permet d'initier les enfants au milieu scientifique et technique et leur donner des bé abats de science physique pour que demain lorsqu'ils seront dans les classes secondaires. D'où ils peuvent apprécier la matière qui est science physique.
	<b>C</b>	Y a-t-il l'impact de votre histoire personnelle sur votre travail (C'est-à-dire, votre expérience professionnelle) ? Expliquer.
	<b>P2</b>	Oui, grâce à l'enseignement de l'électricité que le fais dans les collèges, j'essaie de faire des montages des circuits électriques et j'essaie aussi de faire des bricolages. Lorsque je suis dans les coins reculés, je peux monter les batteries avec les ampoules pour électrifier une maison qui m'appartient et ça me permet aussi de garantir l'électricité au sein de ma famille.
	<b>C</b>	Pensez – vous que vos élèves ont des connaissances extérieures suffisantes et/ou adéquates pour aborder la leçon du jour ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
	<b>P2</b>	Pas nécessairement par ce que les élèves n'ont pas d'expérience. Les élèves dorment dans des coins reculés. Leurs niveaux de vie sont différents. Par exemple le vocabulaire comme contact, comme circuit électrique, y'a d'autres qui ne connaissent même pas. Donc ici, c'est

		grâce à l'enseignement de la science physique que l'élève devrait réunir tout ça comme tant une matière et il connaît le fonctionnement de la science physique.
	<b>C</b>	Pensez-vous que la représentation que vous faites du circuit électrique est la même que celle que font vos élèves des installations électriques domestiques ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
	<b>P2</b>	Alors, l'important ce n'est pas de montrer aux élèves ce que c'est que, ... pas de faire le montage du circuit électrique à la maison, mais c'est de les initier seulement à prendre le montage et à respecter lorsqu'ils seront grands dans les domaines qu'ils vont faire puisqu'ils vont utiliser le courant y'a toujours des risques à prendre. Donc, c'est ça que je pourrais vous dire.
	<b>C</b>	D'après vous, où est-ce que vos élèves peuvent rencontrer des difficultés dans cette étude ? Expliquer.
	<b>P2</b>	Mon avis, c'est quoi, mon avis est basé surtout sur les élèves. Par ce que lors de la séance, les élèves ont bel et bien participé au cours. Ils sont motivés, ils sont prévoyants et ils reçoivent les connaissances et puis les exercices donnés au tableau, ils ont bien traité. Et ils m'ont posé de questions cadrés à ce thème que nous avons vu aujourd'hui.
	<b>C</b>	Etes-vous satisfaite de la manière dont s'est déroulé le cours ? Si oui, expliquer, Si non, quelles en sont les raisons ?
	<b>P2</b>	Oui, je suis bel et bien satisfait. Je suis satisfait par ce que mon objectif est atteint. Les enfants ont bien reçu les connaissances et je vois en eux, le message a été, c'est-à-dire le chapitre a été bien reçu.  Les objectifs sont atteints par ce que en posant des questions, je vois que les questions qui sont posées par les élèves sont cadrées aux différentes points posés et ils ont retrouvé leurs réponses qui les ont convaincus.
<b>Composante sociale</b>		
	<b>C</b>	Quelles sont les relations que vous entretenez avec vos collègues de travail ( <i>personnel administratif et enseignants</i> ) et au-delà de l'établissement ? Par exemple, certains enseignants dans d'autres pays africains utilisent beaucoup leur smartphone pour participer à des échanges (WhatsApp, etc.) au sein de collectifs enseignants.
	<b>P2</b>	Là, vous parler de l'utilisation de moyen technologique pour les enseignants, pour faire partage entre eux. Si l'Etat pouvait donner les smartphones, donner les crédits pour les professeurs, alors ceci pouvait donner l'opportunité pour avoir des professeurs pour former le groupe dans des réseaux sociaux pour partager certaines expériences.
	<b>C</b>	Quelle est votre participation aux choix collectifs des collègues de l'établissement, sur les habitudes professionnelles des enseignants de science physique ?
	<b>P2</b>	Oui ! ma participation, c'est que pour moi c'est lorsque dans ...on organise ce qu'on appelle le conseil d'enseignement en science physique et c'est de là que nous mettons à jour certaines expériences entre les collègues. Donc c'est ici que nous avons des expériences pour les sciences physiques.
	<b>C</b>	Quelles sont les répercussions que le milieu social des élèves peut avoir sur le déroulement ou la conception de la séance ?
	<b>P2</b>	La répercussion c'est quoi, c'est le dégoût. Les enfants n'aiment pas à se perfectionner dans la science et la technologie, par ce que y'a même pas de moyen bord. Y'a même pas...ils ne font pas la manipulation pour les motiver dans le domaine. Donc ces enfants sont obligés de

		laisser et de partir faire série A.
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique expérimentale</b>
<b><i>Sur la place accordée (ou non) aux élèves</i></b>		
	<b>C</b>	Selon vous, quelle est la place accordée (ou non) aux élèves dans l'expérience de cours en intensité du courant électrique ?
	<b>P2</b>	C'est au cours de l'expérience que l'élève devrait interpréter certaines réalités physiques. C'est-à-dire afin de tirer une conclusion et l'ensemble de ces conclusions doit rester comme l'expérience dans sa tête. Par ce qu'il a déjà manipulé. Donc, ... vous voyez ici, l'expérience ici est indispensable dans le développement de la science. Donc, l'expérience ici est indispensable.
	<b>C</b>	Selon vous, les activités expérimentales peuvent-elles être utiles pour faciliter la tâche cognitive des élèves ? Expliquer.
	<b>P2</b>	Puisque l'enfant manipule. Puisqu'il s'intéresse au problème. Mais là, l'activité expérimentale est vraiment l'activité démonstrative que... c'est là que l'élève comprend directement. L'élève manipule et il comprend directement, ce qui s'est que la manipulation, ce qui s'est que le courant électrique.
<b><i>Sur le rôle du matériel didactique</i></b>		
	<b>C</b>	Selon vous, à quoi servent les matériels didactiques ?
	<b>P2</b>	Les matériels didactiques servent de supports pédagogiques d'abord et qui permettent à l'enseignant de montrer comme ça se passe au niveau de la science physique. Tous ces matériels par exemple les plaques électriques, les circuits électriques, l'ampoule et les contacts, tout ça. Donc, il faut que l'enfant regarde ça, il touche ça et c'est là qu'il va comprendre que il a fait l'expérience.
	<b>C</b>	Ces matériels sont-ils toujours indispensables dans la réalisation des expériences de cours en intensité du courant ?
	<b>P2</b>	Oui, ces matériels sont toujours indispensables. Par exemple, pour faire un montage de circuit électrique, vous n'avez pas fil électrique, vous n'avez pas l'ampoule, vous n'avez pas l'accumulateur ou le générateur, comment réaliser pour que l'ampoule s'allume pour que les élèves puissent voir. Comment réaliser si y'a pas de contact.
<b><i>Sur les dimensions plus générales de l'enseignement de la physique (de l'électricité)</i></b>		
	<b>C</b>	Pensez-vous que la science physique est bien enseignée en Centrafrique ?
	<b>P2</b>	Vraiment ! j'ai apprécié l'enseignement de la science physique dans notre pays. Mais nous les enseignants en tout cas, nous avons un sérieux problème. Si nous disposons des éléments possibles qui vont nous permettre d'élaborer ou encore de dispenser le cours convenablement aux élèves, en tout cas, l'enseignement en Centrafrique doit être un enseignement qui est bon. Mais malheureusement, nous avons un sérieux problème. Un, nous avons un problème de volume horaire, nous les physiciens, c'est-à-dire que nous qui intervenons en physique. Un, nous avons un problème de volume horaire : nous avons seulement trois heures par semaine et ça ne nous convient pas, par rapport au programme annuel. Nous avons un vaste programme et si on nous donne un volume horaire qui convient, à ce programme, on va faire des cadres en physique. On va vraiment former les apprenants en physique, mais malheureusement c'est le volume horaire qui nous fait défaut. Deuxième problème c'est sur les matériels pédagogiques. N'étonnez pas, par ce qu'on lit un enseignant de la science physique à travers les matériels pédagogiques. Mais on fait le cours d'une manière théorique. En principe, on devait faire ce travail-là tout en réalisant des

		expériences aux élèves. par ce qu'on devrait montrer aux élèves voilà la science c'est pas du tout au rond, mais la science c'est pratique. Mais malheureusement, nous ne faisons pas cette pratique. Voilà ce que je peux dire concernant l'enseignement et l'apprentissage de science physique en Centrafrique.
	<b>C</b>	Pourquoi les élèves se désintéressent de l'enseignement scientifique ?
	<b>P2</b>	Oui, les élèves se désintéressent de l'enseignement scientifique, c'est par ce que on n'a pas un laboratoire adéquat, équipé. Et on n'a pas des travaux pratiques aux normes de l'enseignement et ceci ne donne pas goût aux élèves. Donc, ils préfèrent faire d'autres choses que la science physique, par ce que y'a des matériels qui manquent.
	<b>C</b>	Comment motiver ces élèves ?
	<b>P2</b>	Pour les motiver, il faut seulement ramener, équiper chaque établissement par les moyens scientifiques de bord, les matériels didactiques de la science physique et il faut bien conserver pour certaines générations.
	<b>C</b>	Selon vous, quels sont les facteurs qui entravent l'acquisition des concepts liés à la science physique (à l'électricité) chez les élèves centrafricains ?
	<b>P2</b>	En fait, le milieu de vie sociale et le manques des outils par les enseignants ne donnent pas l'enseignement fiable pour que les élèves puissent acquérir une connaissance au niveau international. Là, tu peux faire la science physique ici, mais tu ne peux pas te mesurer à ceux qui sont à l'extérieur.
	<b>C</b>	Selon vous, l'utilisation de matériels didactiques peut augmenter le rendement des élèves centrafricains dans l'enseignement de science physique en général et en particulier l'électricité ? Expliquer.
	<b>P2</b>	Oui, pour moi, je peux dire que, je donne un exemple, par exemple pour les élèves de la classe de troisième. Si tous les élèves sont équipés de leurs blouses blanches et avec leurs tous les protocoles de TP ainsi que les matériels didactiques du professeur, vous allez voir que les élèves vont se voir appréciés dans leurs tenues et ils ont une conviction de voir ce qu'on fait là, ça mérite d'être fait.



## Annexe 11 : Transcription des entretiens avec l'enseignant P3

C : Chercheur ;

P3 : L'enseignante P3

### ENTRETIEN ANTE (AVANT LA SEANCE)

Tdp	Actant	Identification de l'enseignant
1	C	Quel est votre diplôme professionnel obtenu ?
2	P3	Effectivement, moi j'ai la licence professionnel d'aptitude professorat du premier cycle (LAPPC) en mathématiques et sciences physiques.
3	C	Pourriez – vous me parler un peu de votre formation ?
4	P3	Oui ! moi j'étais admis à l'ENS. J'ai eu la formation depuis la première année à l'ENS, j'ai terminé en 3 <sup>ème</sup> année pour sanctionner à la licence.
5	C	Depuis combien de temps enseignez – vous la science physique ? Et quelle est votre ancienneté d'enseignement dans ce niveau de classe ?
6	P3	J'ai commencé à enseigner depuis longtemps. J'ai fait 3 ans d'enseignement en sciences physiques.
Tdp	Actant	Organisation pratique de la salle
7	C	Combien de classes tenez – vous ?
8	P3	Présentement je tiens 5 classes.
9	C	Quel que soit le niveau ? Ou seulement en 3 <sup>ème</sup> ?
10	P3	Oui ! Donc j'ai présentement trois classes de 3 <sup>ème</sup> , une classe de 4 <sup>ème</sup> et une classe de 5 <sup>ème</sup> .
11	C	Vos classes sont composées par combien d'élèves ?
12	P3	D'une manière générale, les classes contiennent environ, 180 élèves.
13	C	Quelle est la représentation de la classe ( <i>en termes de sa composition en effectif, sexe, moyenne d'âge, statut socio-économique des parents</i> ) ?
14	P3	Oui ! bon, dans la classe, par exemple, on prend une classe, on peut avoir les enfants de tout âge. On peut trouver des filles et garçons dont les parents sont dans les différentes couches sociales. Y'a des enfants des fonctionnaires, les enfants des cultivateurs, y'a aussi des enfants des commerçants et ainsi de suite.
15	C	Pour la plupart des cas, ce sont des garçons ou des filles en termes d'effectif ?
16	P3	L'âge tourne autour de 12 à 20 ans, 25 ans.
17	C	Quelle(s) méthode(s) privilégiez-vous pendant le(s) cours ? (Par exemple : Expositive ? collaborative ?...)
18	P3	Bon ! je propose la méthode collaborative. Donc les enfants participent au cours. Parfois, c'est ce qu'on appelle APC, c'est-à-dire approche

		par compétence. Donc c'est l'enfant qui agit plus, il cherche à comprendre plus et l'enseignant n'est que le guide. L'enseignant n'est que le guide pour l'aider. Mais beaucoup plus c'est l'enfant qui travaille, qui découvre.
19	<b>C</b>	Comment faites-vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
20	<b>P3</b>	Pour ça, il faut créer une forte ambiance entre les enseignants et les élèves, peut-être en posant des questions pointues et des questions vraiment pointues pour les amener à participer au cours et à répondre aux questions. Comme ça, on crée une ambiance en classe.
21	<b>C</b>	Quels types d'interactions sont les plus fréquentes dans vos classes ?
22	<b>P3</b>	Bon ! les types d'interaction qui sont les plus fréquentes, sont les trois-là, il faut que ça soit un trio pour que l'ambiance soit vraiment considérable. Donc on utilise toute sorte d'interaction.
23	<b>C</b>	Comment les activités proposées si possibles par l'enseignant sont réalisées ?
24	<b>P3</b>	Oui ! parfois les enfants réalisent les activités, parfois ils ont de difficultés. Donc c'est à l'enseignant maintenant d'intervenir pour les amener progressivement à réaliser maintenant le travail dont il y a les activités.
<b>ENTRETIEN POST (APRES LA SEANCE)</b>		
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique enseignante</b>
<b>Composante cognitive</b>		
25	<b>C</b>	Quelles sont les tâches prévues pour les élèves lors de votre séance et les contenus de physique que vous mettiez en œuvre ?
26	<b>P3</b>	Effectivement pour les tâches confiées aux enfants, alors pour les enfants là, c'est le pointage. Les expériences, voilà les tâches fondamentales pour pouvoir laisser aux enfants.
27	<b>C</b>	Comment ces tâches proposées si possibles sont – elles réalisées ?
28	<b>P3</b>	Les tâches là sont réalisées avec l'appui du professeur et le guide même du travail.
29	<b>C</b>	Quel temps de travail a été donné aux élèves pour réaliser la tâche demandée dans la consigne ?
30	<b>P3</b>	Pour que les enfants puissent bien assimiler le travail, on peut leur accorder peut-être 30 à 40mn pour faire l'expérience, comme ça ils peuvent donner un bon rendement.
31	<b>C</b>	Quelle(s) méthode(s) privilégiez – vous pendant le(s) cours ? ( <i>Par exemple : Expositive ? collaborative ?...</i> ). Est-ce que ces méthodes dépendent du contenu abordé, du moment de la journée, de l'absence de matériel, de la classe, etc.
32	<b>P3</b>	Bon ! pour les méthodes là, je disais tantôt, on peut utiliser des méthodes actives, voilà pour permettre aux enfants de travailler en groupe comme ça, ça va leur permettre de bien manipuler les instruments et de bien travailler.
33	<b>C</b>	Quel(s) type(s) d'interactions sont le(s) plus fréquent(s) dans votre classe ?

34	<b>P3</b>	Bon ! surtout, il y'a interaction ou il y'a bonne collaboration entre élèves et professeur, élèves-élèves et puis, voilà c'est comme ça qu'on travaille dans la symbiose.
<b>Composante médiative</b>		
35	<b>C</b>	Quels sont les choix d'organisation du travail des élèves dans la classe ?
36	<b>P3</b>	Bon d'une manière générale, on peut faire le travail en collectif ou bien le travail en groupe. C'est ça la meilleure méthode.
37	<b>C</b>	Y a-t-il un temps de mise en commun ? De réalisation collective ? De réalisation individuelle ? De réalisation par petit groupe ? Sous quel format ?
38	<b>P3</b>	Oui effectivement, il y'a des temps impartis pour le travail. Donc, on va repartir le temps par rapport même à la densité du travail. Si c'est un travail de groupe, alors il faut chronométrer. Si c'est un travail individuel, il faudrait aussi chronométrer pour qu'on ne puisse pas abuser du temps.
39	<b>C</b>	Comment faites – vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
40	<b>P3</b>	Bon surtout il faut créer une bonne ambiance en posant des questions, en les amenant à réagir à répondre à la question, voilà ! Comme ça, humm, ça crée un moment de dialogue et puis voilà, ça permet maintenant une bonne collaboration dans le travail.
41	<b>C</b>	Il me semble qu'au début du cours, les élèves ont du mal à comprendre ce que veut dire dipôle et intensité du courant. Comment expliquez-vous cela ?
42	<b>P3</b>	Oui effectivement, ça c'est le problème de compréhension, humm, et de la transmission. Donc il faut encore réexpliquer. Peut-être que c'est le problème de la transmission de la connaissance par le professeur qui paraît un peu difficile aux enfants. Alors, il faut réexpliquer le cours par une autre manière afin que les enfants puissent bien comprendre.
<b>Composante institutionnelle</b>		
43	<b>C</b>	Selon vous, quelles sont les contraintes extérieures à la classe qui influent sur la séance en termes de pratiques (C'est-à-dire, qui ont un effet sur ce qui se passe en classe et sur la préparation de la classe) ? Quelles en sont les raisons ?
44	<b>P3</b>	Effectivement, il y'a aussi des conditions sociales qui jouent énormément sur le travail, il y'a aussi le manque de matériels didactiques, y'a aussi le manque de manuels. Voilà, tout ça là maintenant ça contribue à la bonne marche du travail.
45	<b>C</b>	Avez-vous pris en compte le programme, des horaires, des contraintes institutionnelles ?
46	<b>P3</b>	Effectivement ! On a toujours tenu compte des programmes, des horaires et des contraintes institutionnelles mises en place par les autorités compétentes ou bien les autorités éducatives.
47	<b>C</b>	Quels étaient les objectifs de l'activité relatifs à cette unité d'enseignement ?
48	<b>P3</b>	Voilà, je crois qu'à la fin de la séance là, normalement, l'enfant doit être capable réaliser un montage électrique, d'identifier les composantes d'un circuit électrique par exemple, le générateur, le récepteur, interrupteur, ainsi de suite. Et il peut aussi déterminer l'intensité du courant soit

		par l'ampèremètre, soit pour lire sur l'ampèremètre l'intensité du courant du courant électrique.
49	<b>C</b>	Avez-vous un laboratoire et des ressources à votre disposition comme les matériels didactiques et disponibles dans l'établissement (ressources spécifiques à cette discipline) ? Si oui, quelle en est l'utilisation ? Si non, comment faites-vous et pourquoi ?
50	<b>P3</b>	Effectivement dans notre établissement, il y'a un laboratoire. Mais il y'a manque de ressources, il y'a manque de matériels. Alors ce qui fait que nous avons un peu de difficultés pour organiser parfois quelques expériences.
51	<b>C</b>	Quelles sont vos relations avec les inspecteurs de votre discipline ?
52	<b>P3</b>	Oui effectivement, nous avons une parfaite collaboration. On travaille avec symbiose avec nos chefs hiérarchiques.
<b>Composante personnelle</b>		
53	<b>C</b>	Quelles sont vos convictions personnelles sur l'intérêt de l'enseignement de l'intensité, de l'électricité, et plus généralement de l'enseignement de la physique au collège ?
54	<b>P3</b>	Monsieur, je suis vraiment ravi, très très content même d'enseigner l'intensité du courant électrique ou même bloc électricité et en général l'enseignement de physique. Vraiment, je suis très content.
55	<b>C</b>	Y a-t-il l'impact de votre histoire personnelle sur votre travail (C'est-à-dire, votre expérience professionnelle) ? Expliquer.
56	<b>P3</b>	Aha effectivement ! bon ! comme vous savez que je suis un enseignant. Un enseignant, c'est vraiment celui qui fait des sacrifices même si les conditions ne vont pas. alors comme il aime son travail. Par vocation, il doit créer une condition de travail pour former maintenant les petits enfants qui sont mis à sa disposition. Donc, vraiment même si les conditions sont dures. Alors on est là pour faire de notre mieux afin de réaliser ou d'éduquer les enfants qui sont souvent à notre porté.
57	<b>C</b>	Pensez – vous que vos élèves ont des connaissances extérieures suffisantes et/ou adéquates pour aborder la leçon du jour ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
58	<b>P3</b>	Bien, parfois les enfants ont de difficultés. Voilà, vous savez, les enfants sont venus de différents horizons. Ils ont un problème d'éducation au préalable à travers des questions posées par le professeur. Alors, lorsque les enfants maintenant peuvent défendre, donc c'est à partir de là, qu'on peut dire que voilà, celui-là a des difficultés, celui-là comprend, bon ! C'est à travers cette partie-là que nous pouvons comprendre que voilà quels sont les enfants qui ont compris, quels sont les enfants qui ont de difficultés, voilà !
59	<b>C</b>	Pensez-vous que la représentation que vous faites du circuit électrique est la même que celle que font vos élèves des installations électriques domestiques ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
60	<b>P3</b>	Effectivement, ils peuvent apprendre des montages, ils mieux faire ici, à la maison ou à l'école. Mais à la maison, il y a un problème de suivi. Par ce que nous ne serons pas disponible de les suivre jusqu'à la maison, dans les quartiers, à leur maison respective. C'est pourquoi, il y'a un problème de suivi qui se pose.
61	<b>C</b>	D'après vous, où est-ce que vos élèves peuvent rencontrer des difficultés dans cette étude ? Expliquer.
62	<b>P3</b>	Oui, dommage que le problème c'est, le problème de pratique. il y'a aussi la faute de manipulation par les enfants. Parfois ils manipulent mal

		ce qu'on leur apprend. Ce qui fait qu'ils ont de difficultés.
63	<b>C</b>	Etes-vous satisfaite de la manière dont s'est déroulé le cours ? Si oui, expliquer, Si non, quelles en sont les raisons ?
64	<b>P3</b>	Très satisfait ! Oui, c'est par ce que j'ai vu les enfants sont motivés. Ils ont participé au cours, ils ont répondu aux questions. Voilà pourquoi le cours était dynamique.
65	<b>C</b>	Quels sont les moments qui vous ont paru difficiles pendant le cours ? Et pourquoi ?
66	<b>P3</b>	Pendant le cours, c'est vraiment la partie pratique. Par ce que d'une manière générale, il y a manque de matériels didactiques. il y'a manque de matériels didactiques, ça nous paraît très un peu difficile.
<b>Composante sociale</b>		
67	<b>C</b>	Quelles sont les relations que vous entretenez avec vos collègues de travail ( <i>personnel administratif et enseignants</i> ) et au-delà de l'établissement ? Par exemple, certains enseignants dans d'autres pays africains utilisent beaucoup leur smartphone pour participer à des échanges (WhatsApp, etc.) au sein de collectifs enseignants.
68	<b>P3</b>	Effectivement, monsieur vous savez que les enseignants sont sociables. Donc partout, nous avons une bonne collaboration et surtout nous qui enseignons les matières scientifiques surtout la physique, on est sociable. Donc à tout moment, on se voit parfois au téléphone et physiquement, on peut échanger afin de trouver un terrain d'attente pour mieux faciliter notre travail.
69	<b>C</b>	Quelle est votre participation aux choix collectifs des collègues de l'établissement, sur les habitudes professionnelles des enseignants de science physique ?
70	<b>P3</b>	Bon, comme nous sommes en démocratie, je crois que c'est le principe de la majorité. Alors si 60% des collègues, si la majorité absolue est d'accord, alors on ne peut que s'aligner pour ne pas encore apporter de dichotomie. Donc, ça c'est le principe de la majorité.
71	<b>C</b>	Quelles sont les répercussions que le milieu social des élèves peut avoir sur le déroulement ou la conception de la séance ?
72	<b>P3</b>	Bien, comme je disais tantôt que les enfants sont venus de différents horizons, ils ont différentes éducations. Donc chacun à sa capacité de comprendre et de saisir ce qu'on dit ou de capter les choses, de capter les leçons. Donc c'est pourquoi, voilà certains enfants sont avancés, certains enfants ont de difficultés, certains sont moyens, voilà !
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique expérimentale</b>
<b>Sur la place accordée (ou non) aux élèves</b>		
73	<b>C</b>	Selon vous, quelle est la place accordée (ou non) aux élèves dans l'expérience de cours en intensité du courant électrique ?
74	<b>P3</b>	Surtout c'est la partie montage. C'est surtout le montage qui pose problème. Voilà ils ont de la peine parfois à faire l'expérience et à faire un bon montage.
75	<b>C</b>	Selon vous, les activités expérimentales peuvent-elles être utiles pour faciliter la tâche cognitive des élèves ? Expliquer.
76	<b>P3</b>	Effectivement, oui, cela crée des discussions, des échanges. Alors parfois des disputes ou des débats houleux et à la fin, on va arriver à une

		conclusion dans une ambiance.
<b>Sur le rôle de l'enseignant</b>		
77	<b>C</b>	Avez – vous des difficultés à enseigner des notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser ?
78	<b>P3</b>	Oui, alors, on peut dire de manière théorique. Voilà c'est pourquoi, on peut être apte de réaliser ce travail-là même si y'a pas de matériels didactiques.
79	<b>C</b>	Si oui, comment comptez-vous surmonter cette difficulté ?
80	<b>P3</b>	Bon, pour surmonter ces difficultés, on peut avoir des images ou bien des photos ou bien des illustrations. Voilà pour permettre de surmonter ces difficultés.
<b>Sur le rôle du matériel didactique</b>		
81	<b>C</b>	Selon vous, à quoi servent les matériels didactiques ?
82	<b>P3</b>	Bon les matériels didactiques quant à moi, ça sert à faire des expériences, à réaliser des expériences.
83	<b>C</b>	Ces matériels sont-ils toujours indispensables dans la réalisation des expériences de cours en intensité du courant ?
84	<b>P3</b>	Effectivement, car ils facilitent la compréhension de la leçon par les enfants.
<b>Sur les dimensions plus générales de l'enseignement de la physique (de l'électricité)</b>		
85	<b>C</b>	A partir d'un exemple d'expérience de cours en intensité du courant, pouvez-vous préciser ce que l'on peut enseigner en termes de savoirs théoriques et pratiques ?
86	<b>P3</b>	Oui, en ce qui concerne le savoir théorique, on peut avoir les définitions d'un mot, définition des concepts, propriétés. Voilà, ça, ça concerne la théorie. Mais pour la pratique, on peut réaliser aussi les expériences, montage, etc.
87	<b>C</b>	Pouvez-vous me donner une idée sur le déroulement des expériences de cours ?
88	<b>P3</b>	Oui effectivement, parfois c'est le professeur lui-même qui fait l'expérience et les enfants après avoir vu peuvent maintenant réaliser l'expérience aussi.
89	<b>C</b>	Pensez-vous que la science physique est bien enseignée en Centrafrique ?
90	<b>P3</b>	Moi je dirai oui. Vraiment les professeurs s'y mettent. Ils se donnent au travail. Malheureusement il pose un problème de matériels, comme on dit tantôt ou bien de manuels. Alors si on accompagne maintenant le professeur avec les matériels didactiques et les manuels, ils seront vraiment efficaces. Ils vont travailler encore d'avantage.
91	<b>C</b>	Pourquoi les élèves se désintéressent de l'enseignement scientifique en Centrafrique ?
92	<b>P3</b>	Bon, le problème, c'est quoi ! Les problèmes c'est que les enfants considèrent que les matières scientifiques sont des matières les plus difficiles. Alors, on devait maintenant à les pousser à faire les exercices, toucher l'objet, à vivre l'objet. Alors dans ce cas-là, ils vont se donner

		d'avantage au travail, à la science. Je crois que, ils considèrent que la science comme la matière la plus difficile, par ce qu'il y'a des propriétés à apprendre, il y'a des expériences, ainsi de suite.
93	<b>C</b>	Comment motiver ces élèves ?
94	<b>P3</b>	Bon, pour les motiver, il suffit de les amener beaucoup plus à faire des expériences, à manipuler les matériels didactiques, à toucher et à vivre maintenant l'expérience comme ça ils vont s'y donner mieux.
95	<b>C</b>	Selon vous, quels sont les facteurs qui entravent l'acquisition des concepts liés à la science physique (à l'électricité) chez les élèves centrafricains ?
96	<b>P3</b>	Effectivement, il y'a le manque de laboratoire, il y'a manque d'électricité, manque de matériels didactiques et même de l'eau par exemple pour faire par exemple les chutes. Les chutes par exemple pour réaliser l'électricité, alors. Il y'a un problème d'effectif pléthorique dans la salle, ainsi de suite, ça fait que les enfants ont de difficultés.
97	<b>C</b>	Selon vous, l'utilisation de matériels didactiques peut augmenter le rendement des élèves centrafricains dans l'enseignement de science physique en général et en particulier l'électricité ? Expliquer.
98	<b>P3</b>	Oui, je dirai oui. effectivement si y'a beaucoup de matériels didactiques, on fait l'expérience. C'est pourquoi je dis, maintenant là, il faut aller par l'approche par compétence. C'est-à-dire, il faut que ce soit, ça soit l'enfant qui touche, l'enfant qui palpe. Comme ça là, lui-même, il va découvrir ce qui se passe. Donc, avec les matériels didactiques, vraiment, on aura maintenant un enseignement dynamique et là l'enfant centrafricain ou bien l'enfant africain vraiment sera amené à bien travailler et de surmonter ces difficultés afin de se tourner à la science.



## Annexe 12 : Transcription des entretiens avec l'enseignant P4

C : Chercheur ;

P4 : L'enseignante P4

### ENTRETIEN ANTE (AVANT LA SEANCE)

Tdp	Actant	Identification de l'enseignant
1	C	Quel est votre diplôme professionnel obtenu ?
2	P4	Après avoir reçu le concours d'entrée à l'ENS, nous avons fait trois ans de formation, j'ai eu ma licence d'aptitude au professorat du premier cycle.
3	C	Pourriez – vous me parler un peu de votre formation ?
4	P4	Oui, notre formation à l'ENS est basée sur la mathématique et ce qui est de sciences physiques, c'est-à-dire, la chimie et la physique, aussi la géométrie. Tout ce qui englobe le premier cycle de 6 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> de la mathématique et en sciences physique aussi.
5	C	Depuis combien de temps enseignez – vous la science physique ? Et quelle est votre ancienneté d'enseignement dans ce niveau de classe ?
6	P4	Là, j'enseigne la science physique depuis que je suis sorti à l'école normale supérieure ça fait au total quatre ans. En 3 <sup>ème</sup> , dès que je suis sorti, on m'a chargé de diriger la classe de 3 <sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> en mathématiques et aussi en sciences physiques.
Tdp	Actant	Organisation pratique de la salle
	C	Combien de classes tenez – vous ?
7	P4	Là présentement je tiens trois classes. La classe de 3 <sup>ème</sup> , la classe de 4 <sup>ème</sup> et je prends deux classes de 3 <sup>ème</sup> et une classe de 4 <sup>ème</sup> .
8	C	Vos classes sont composées par combien d'élèves ?
9	P4	Ici, y'a effectif pléthorique. Vous savez que j'enseigne au côté nord de la capitale, donc y'a pas de privé de ce côté-là. Donc, j'estime à 250 élèves par salle.
10	C	Quelle est la représentation de la classe ( <i>en termes de sa composition en effectif, sexe, moyenne d'âge, statut socio-économique des parents</i> ) ?
11	P4	En ce qui concerne les effectifs, les filles peuvent atteindre plus de 47%, les garçons 53%. Moyen d'âge, c'est de 14 ans à 19 ans. Les parents des élèves du côté nord, ce sont des parents démunis, les parents qui n'ont pas assez d'argent et ils laissent leurs enfants au lycée public.
12	C	Quelle(s) méthode(s) privilégiez-vous pendant le(s) cours ? (Par exemple : Expositive ? collaborative ?...)
13	P4	En collaboration avec les enfants, il faut d'abord leur exprimer la confiance. Vous voyez ces enfants sont des démunis. Ils n'ont pas de quoi, ils ont... Donc il faut d'abord faire confiance à l'enfant et leur montrer la nécessité de ce qu'on fait pour que les enfants puissent attacher à

		l'enseignement. Donc c'est la méthode collaborative.
14	<b>C</b>	Comment faites-vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
15	<b>P4</b>	Il s'agit d'encourager ceux qui sont faibles. Vous savez la mathématique et la science physique c'est aussi plus dur pour ces enfants-là. Donc on encourage toujours les plus faibles pour qu'ils puissent remonter la pente. C'est ce qu'on fait et nous utilisons toujours des techniques purement actives pour que les enfants puissent apprendre normalement avec des exemples précis. Donc c'est l'interaction entre enseignant et élèves.
16	<b>C</b>	Quels types d'interactions sont les plus fréquentes dans vos classes ?
17	<b>P4</b>	Enseignant-élève, c'est lorsque c'est l'enseignant qui donne le savoir-faire et qui montre les difficultés et maintenant élèves et l'enseignant c'est les TD, les travaux dirigés et les travaux pratiques. Malheureusement, on n'a rien comme un laboratoire qui puisse démontrer tout ce que nous avons fait. Donc avec les moyens de bord, le professeur serait mieux, le professeur lui-même fera l'effort de rassembler tous les matériels pour pouvoir montrer aux enfants.
18	<b>C</b>	Comment les activités proposées si possibles par l'enseignant sont réalisées ?
19	<b>P4</b>	Alors, il faut d'abord être en entente avec les élèves par ce que pour un TD, je donne l'exemple pour l'électricité, il faut un TD programmé, il va falloir qu'on soit en entente avec les élèves. Il faut amener certains matériels comme fil électrique. Il faut chercher les moyens de bord. Il faut les accumulateurs comme les batteries. Tout ça là pour...les contacts pour montrer à l'enfant voici ce qui est l'électricité, ...tout ça là.
<b>ENTRETIEN POST (APRES LA SEANCE)</b>		
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique enseignante</b>
<b>Composante cognitive</b>		
20	<b>C</b>	Quelles sont les tâches prévues pour les élèves lors de votre séance et les contenus de physique que vous mettiez en œuvre ?
21	<b>P4</b>	Je vous remercie pour la question. Les tâches prévues pour les élèves lors de la séance, l'élève doit prendre des notes, l'élève doit faire les schémas, interpréter les schémas et l'élève doit répondre à la question posée par le professeur et l'élève doit noter tout ce qui est écrit au tableau.
22	<b>C</b>	Comment ces tâches proposées si possibles sont – elles réalisées ?
23	<b>P4</b>	Les tâches proposées sont réalisées grâce au préparatif de cours. Le professeur doit élaborer une fiche pédagogique et grâce à ça, il doit définir les objectifs des cours et c'est grâce à ça qu'il devrait faire son cours.
24	<b>C</b>	Quel temps de travail a été donné aux élèves pour réaliser la tâche demandée dans la consigne ?
25	<b>P4</b>	Donc, les tâches demandées, on peut même donner plus ... si, les questions réponses, on peut donner 30 minutes de questions, 15 minutes de questions réponses et 10 minutes pour l'interprétation. Donc le tout ça donne plus de 35 minutes.

26	<b>C</b>	Quelle(s) méthode(s) privilégiez – vous pendant le(s) cours ? ( <i>Par exemple : Expositive ? collaborative ?...</i> ). Est-ce que ces méthodes dépendent du contenu abordé, du moment de la journée, de l'absence de matériel, de la classe, etc.
27	<b>P4</b>	Nous, c'est la méthode active que nous utilisons, par ce qu'on n'a pas ...collaborative. C'est-à-dire, on pose des questions et l'élève répond. On donne des exemples pour faire comprendre à l'enfant ce qui est nécessaire. Oui lorsque y'a l'absence de matériel que le professeur propose la méthode active et si y'a les matériels, on devait changer les méthodes. Mais généralement comme j'avais dit au départ que les élèves, le milieu ne nous permet pas d'acquérir des matériels scientifiques pour pouvoir proposer aux élèves. C'est ça que nous proposons la méthode active.
28	<b>C</b>	Quel(s) type(s) d'interactions sont le(s) plus fréquent(s) dans votre classe ?
29	<b>P4</b>	Oui, c'est l'interaction élève – enseignant, c'est lorsque l'élève... on fait élève – enseignant et on fait élève – élève. Par ce que si c'est élève – élève, on regroupe les élèves qui sont, qui comprennent bien dans des exercices pour montrer ce qu'ils comprennent pour donner la certitude aux autres. Et aussi, y'a la partie, élève-enseignant et la partie élève-élève aussi.
<b>Composante médiative</b>		
30	<b>C</b>	Quels sont les choix d'organisation du travail des élèves dans la classe ?
31	<b>P4</b>	L'organisation du travail et le choix de l'organisation du travail par les élèves, ...on peut organiser les exercices en classe, on peut organiser les exercices en groupe pour que les élèves puissent discuter entre eux.
32	<b>C</b>	Y a-t-il un temps de mise en commun ? De réalisation collective ? De réalisation individuelle ? De réalisation par petit groupe ? Sous quel format ?
33	<b>P4</b>	Il y'a un temps pour mise en commun, un temps pour l'exploitation et démonstration et la réalisation individuelle centrée sur la performance de chaque élève. Donc la réalisation collective, on le fait sous forme de travaux dirigés. Mais comme je vous dis, les TD, on a manqué des matériels, on ne peut pas réaliser certains TD et la réalisation par petit groupe ou le travail est reparti par les élèves.
34	<b>C</b>	Comment faites – vous pour favoriser les interactions ( <i>enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève</i> ) dans vos classes ?
35	<b>P4</b>	Alors, on enseigne et on écrit au tableau et l'élève doit écrire sur son tableau et l'enseignant pose des questions et l'élève propose la réponse. Là ce sont des interactions qu'on donne des exercices et l'élève corrige les exercices pour que l'élève puisse comprendre son erreur.
36	<b>C</b>	Il me semble qu'au début du cours, les élèves ont du mal à comprendre ce que veut dire dipôle et intensité du courant. Comment expliquez-vous cela ?
37	<b>P4</b>	Il y'a deux bornes de générateur. Le dipôle, c'est lorsqu'il y'a deux bornes du générateur. L'un est positive et l'autre est négative et l'intensité du courant. Donc, les dipôles sont marqués positivement ou négativement.
<b>Composante institutionnelle</b>		
38	<b>C</b>	Selon vous, quelles sont les contraintes extérieures à la classe qui influent sur la séance en termes de pratiques (C'est-à-dire, qui ont un effet sur ce qui se passe en classe et sur la préparation de la classe) ? Quelles en sont les raisons ?

39	<b>P4</b>	Une très bonne question, par ce que bon nombre des élèves, ils ont.... C'est-à-dire que l'environnement des élèves joue sur les cours. De toutes les façons, beaucoup des élèves du côté nord ne dorment pas dans l'électricité et ne connaissent pas ce que c'est qu'une ampoule. Ils ne savent pas ce que c'est que contact. Tout ceci joue aussi sur la compréhension des élèves. donc l'environnement social aussi ça joue sur l'éducation de la science physique.
40	<b>C</b>	Avez-vous pris en compte le programme, des horaires, des contraintes institutionnelles ?
41	<b>P4</b>	Oui ! les programmes, c'est ça qu'on respecte souvent. C'est-à-dire le plan de progression, le programme annuel. C'est ça que l'élève doit... et la répartition des tâches dans chaque heure. C'est ça que le professeur tient compte pur enseigner.
42	<b>C</b>	Quels étaient les objectifs de l'activité relatifs à cette unité d'enseignement ?
43	<b>P4</b>	Les objectifs étaient que l'élève doit.... Ce que l'élève doit savoir, c'est de définir ce qu'on appelle le courant électrique, mode de fonctionnement. Savoir ce qu'on appelle le circuit électrique. Connaitre d'abord les contacts, l'ampoule et leur fonctionnement et connaitre aussi le danger que cause le courant, puisque le courant aussi, il est difficile à manipuler. Et à quelques choses, il faut respecter certains principes pour ne pas être électrocuté par le courant.
44	<b>C</b>	Avez-vous un laboratoire et des ressources à votre disposition comme les matériels didactiques et disponibles dans l'établissement (ressources spécifiques à cette discipline) ? Si oui, quelle en est l'utilisation ? Si non, comment faites-vous et pourquoi ?
45	<b>P4</b>	Nous, on n'a pas des matériels didactiques. Nous n'avons pas un laboratoire pour nous permettre d'assurer les travaux pratiques de science physique. Et c'est pourquoi que nous avons beaucoup de difficultés pour expliquer ce que c'est que la science physique aux élèves. donc on tient compte seulement du savoir à enseigner aux élèves. donc, les pratiques sont déjà oubliées dans cette partie d'unité d'enseignement.
46	<b>C</b>	Mais comment faites – vous s'il n'y a pas de pratique ?
47	<b>P4</b>	S'il n'y a pas de pratique, on essaie de déterminer la méthode pratique. Les méthodes pratiques qui consistent à expliquer, à donner plus des exemples pour que l'enfant puisse connaitre ça au moment du cours.
48	<b>C</b>	Quelles sont vos relations avec les inspecteurs de votre discipline ?
49	<b>P4</b>	Oui ! les relations avec les inspecteurs. Les inspecteurs sont là, pour vérifier le déroulement de cours et est-ce que si les objectifs du cours sont atteints ? et que le professeur doit respecter le programme annuel et le professeur doit respecter ce qu'on appelle le plan de progression de chaque cours.
<b>Composante personnelle</b>		
50	<b>C</b>	Quelles sont vos convictions personnelles sur l'intérêt de l'enseignement de l'intensité, de l'électricité, et plus généralement de l'enseignement de la physique au collège ?
51	<b>P4</b>	Oui personnellement, pour moi, l'enseignement de science physique ça permet d'initier les enfants au milieu scientifique et technique et leur donner des bé abats de science physique pour que demain lorsqu'ils seront dans les classes secondaires. D'où ils peuvent apprécier la matière qui est science physique.

52	<b>C</b>	Y a-t-il l'impact de votre histoire personnelle sur votre travail (C'est-à-dire, votre expérience professionnelle) ? Expliquer.
53	<b>P4</b>	Oui, grâce à l'enseignement de l'électricité que le fais dans les collèges, j'essaie de faire des montages des circuits électriques et j'essaie aussi de faire des bricolages. Lorsque je suis dans les coins reculés, je peux monter les batteries avec les ampoules pour électrifier une maison qui m'appartient et ça me permet aussi de garantir l'électricité au sein de ma famille.
54	<b>C</b>	Pensez – vous que vos élèves ont des connaissances extérieures suffisantes et/ou adéquates pour aborder la leçon du jour ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
55	<b>P4</b>	Pas nécessairement par ce que les élèves n'ont pas d'expérience. Les élèves dorment dans des coins reculés. Leurs niveaux de vie sont différents. Par exemple le vocabulaire comme contact, comme circuit électrique, y'a d'autres qui ne connaissent même pas. Donc ici, c'est grâce à l'enseignement de la science physique que l'élève devrait réunir tout ça comme tant une matière et il connaît le fonctionnement de la science physique.
56	<b>C</b>	Pensez-vous que la représentation que vous faites du circuit électrique est la même que celle que font vos élèves des installations électriques domestiques ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?
57	<b>P4</b>	Alors, l'important ce n'est pas de montrer aux élèves ce que c'est que... pas de faire le montage du circuit électrique à la maison, mais c'est de les initier seulement à prendre le montage et à respecter lorsqu'ils seront grands dans les domaines qu'ils vont faire puisqu'ils vont utiliser le courant y'a toujours des risques à prendre. Donc, c'est ça que je pourrais vous dire.
58	<b>C</b>	D'après vous, où est-ce que vos élèves peuvent rencontrer des difficultés dans cette étude ? Expliquer.
59	<b>P4</b>	Oui, dans cette étude, les élèves ont beaucoup de difficultés. Les élèves ont beaucoup de difficultés par ce que y'a d'autres qui sont dans les coins reculés. Ils ne comprennent pas ce qu'on appelle électricité. Ils dorment dans les cases non électrifiées avec de l'électricité. Et voilà, tu leur pose la question qu'est-ce que l'électricité, ils ne savent pas, ils ne connaissent pas. Ils n'ont jamais touché à l'électricité. C'est ça qui pose problème.
60	<b>C</b>	Etes-vous satisfaite de la manière dont s'est déroulé le cours ? Si oui, expliquer, Si non, quelles en sont les raisons ?
61	<b>P4</b>	Whaiii, je ne suis pas satisfait par rapport... tout d'abord vous avez vu l'effectif pléthorique. Vous avez vu aussi, il y'a manques de matériels didactiques nécessaires pour expliquer le cours aux élèves. donc on tient compte seulement des théories et des résumés des cours pour faire comprendre aux élèves ce qu'on appelle l'électricité. Donc je ne suis pas satisfait.
62	<b>C</b>	Quels sont les moments qui vous ont paru difficiles pendant le cours ? Et pourquoi ?
63	<b>P4</b>	C'est la moment où on doit déterminer le sens conventionnel du courant. Par ce que y'a pas de matériels pour déterminer le sens du courant. Si on avait des galvanomètres, si on avait des matériels qui peuvent montrer que voilà c'est notre borne positive, voilà c'est notre borne négative ça pourrait nous aider.
<b>Composante sociale</b>		
64	<b>C</b>	Quelles sont les relations que vous entretenez avec vos collègues de travail ( <i>personnel administratif et enseignants</i> ) et au-delà de l'établissement ? Par exemple, certains enseignants dans d'autres pays africains utilisent beaucoup leur smartphone pour participer à des

		échanges (WhatsApp, etc.) au sein de collectifs enseignants.
65	<b>P4</b>	Là, vous parlez de l'utilisation de moyen technologique pour les enseignants, pour faire partage entre eux. Vous savez ce qu'on gagne ne nous permet pas d'acquérir ces objets scientifiques ou un téléphone qui coûte plus de 10.000 francs et on fait seulement avec moyen de bord. Même pour payer le crédit, le professeur n'a pas de moyen pour le payer. Mais si l'Etat pouvait donner les smartphones, donner les crédits pour les professeurs, alors ceci pouvait donner l'opportunité pour avoir des professeurs pour former le groupe dans des réseaux sociaux pour partager certaines expériences.
66	<b>C</b>	Mais à défaut de matériels permettant l'utilisation des réseaux sociaux, quels types d'entretien que vous avez par rapport aux autres enseignants ?
67	<b>P4</b>	On trouve seulement des enseignants. On fait seulement des échanges sur les interprétations. Si tu ne comprends pas bien, tu demandes aux autres et si l'autre ne comprend pas bien, il te demande et tu lui expliques grâce à ton expérience personnelle.
68	<b>C</b>	Quelle est votre participation aux choix collectifs des collègues de l'établissement, sur les habitudes professionnelles des enseignants de science physique ?
69	<b>P4</b>	Oui ! ma participation, c'est que pour moi c'est lorsque dans ...on organise ce qu'on appelle le conseil d'enseignement en science physique et c'est de là que nous mettons à jour certaines expériences entre les collègues. Donc c'est ici que nous avons des expériences pour les sciences physiques.
70	<b>C</b>	Quelles sont les répercussions que le milieu social des élèves peut avoir sur le déroulement ou la conception de la séance ?
71	<b>P4</b>	La répercussion c'est quoi, c'est le dégoût. Les enfants n'aiment pas à se perfectionner dans la science et la technologie, par ce que y'a même pas de moyen de bord. Y'a même pas...ils ne font pas la manipulation pour les motiver dans le domaine. Donc ces enfants sont obligés de laisser et de partir faire série A.
<b>Tdp</b>	<b>Actant</b>	<b>Organisation de la pratique expérimentale</b>
<b>Sur la place accordée (ou non) aux élèves</b>		
72	<b>C</b>	Selon vous, quelle est la place accordée (ou non) aux élèves dans l'expérience de cours en intensité du courant électrique ?
73	<b>P4</b>	C'est au cours de l'expérience que l'élève devrait interpréter certaines réalités physiques. C'est-à-dire afin de tirer une conclusion et l'ensemble de ces conclusions doit rester comme l'expérience dans sa tête. Par ce qu'il a déjà manipulé. Donc... vous voyez ici, l'expérience ici est indispensable dans le développement de la science. Donc, l'expérience ici est indispensable.
74	<b>C</b>	Selon vous, les activités expérimentales peuvent-elles être utiles pour faciliter la tâche cognitive des élèves ? Expliquer.
75	<b>P4</b>	Puisque l'enfant manipule. Puisqu'il s'intéresse au problème. Mais là, l'activité expérimentale est vraiment l'activité démonstrative que... c'est là que l'élève comprend directement. L'élève manipule et il comprend directement, ce qui s'est que la manipulation, ce qui s'est que le courant électrique.
<b>Sur le rôle du matériel didactique</b>		

76	<b>C</b>	Selon vous, à quoi servent les matériels didactiques ?
77	<b>P4</b>	Les matériels didactiques servent de supports pédagogiques d'abord et qui permettent à l'enseignant de montrer comme ça se passe au niveau de la science physique. Tous ces matériels par exemple les plaques électriques, les circuits électriques, l'ampoule et les contacts, tout ça. Donc, il faut que l'enfant regarde ça, il touche ça et c'est là qu'il va comprendre qu'il a fait l'expérience.
78	<b>C</b>	Ces matériels sont-ils toujours indispensables dans la réalisation des expériences de cours en intensité du courant ?
79	<b>P4</b>	Oui, ces matériels sont toujours indispensables. Par exemple, pour faire un montage de circuit électrique, vous n'avez pas fil électrique, vous n'avez pas l'ampoule, vous n'avez pas l'accumulateur ou le générateur, comment réaliser pour que l'ampoule s'allume pour que les élèves puissent voir. Comment réaliser si y'a pas de contact. Comment, ... quel est le rôle de l'interrupteur. Donc, il faut maintenant tout ceci existe pour qu'on donne sens maintenant à notre expérience.
<b><i>Sur les dimensions plus générales de l'enseignement de la physique (de l'électricité)</i></b>		
80	<b>C</b>	A partir d'un exemple d'expérience de cours en intensité du courant, pouvez-vous préciser ce que l'on peut enseigner en termes de savoirs théoriques et pratiques ?
81	<b>P4</b>	Bon ! par exemple le circuit, je vous ai parlé de circuit électrique sous la forme de schéma. On fait dessin de ce que c'est que le circuit électrique sous la forme de schéma où nous avons le générateur, nous avons l'interrupteur, nous avons une ampoule. Alors, on laisse ouvrir l'ampoule par l'interrupteur, alors ça s'allume, si on ferme ça ne s'allume pas. Alors, on interprète ceci à l'enfant. Donc c'est ça qui donne l'objectif de notre éducation.
82	<b>C</b>	Pouvez-vous me donner une idée sur le déroulement des expériences de cours ?
83	<b>P4</b>	Oui, le déroulement de l'expérience de cours. Toujours, l'expérience toujours commence par une interprétation et commence toujours par aussi une conclusion. Donc on va tirer de conclusion basée sur ce qu'on a vu, basée sur ce qu'on a constaté. C'est ça.
84	<b>C</b>	Pensez-vous que la science physique est bien enseignée en Centrafrique ?
85	<b>P4</b>	Moi, je ne pense pas je ne pense pas que la physique est bien enseignée en Centrafrique, vue les nombres des gens qui aiment la science physique, qui aiment pratiquer la science physique est beaucoup plus maigre par rapport à ceux qui font d'autres matières. Ça, ça sort clair, par ce que y'a pas de moyen didactique pour aider ces gens-là.
86	<b>C</b>	Pourquoi les élèves se désintéressent de l'enseignement scientifique ?
87	<b>P4</b>	Oui, les élèves se désintéressent de l'enseignement scientifique, c'est par ce que on n'a pas un laboratoire adéquat, équipé. Et on n'a pas des travaux pratiques aux normes de l'enseignement et ceci ne donne pas goût aux élèves. Donc, ils préfèrent faire d'autres choses que la science physique, par ce que y'a des matériels qui manquent.
88	<b>C</b>	Comment motiver ces élèves ?
89	<b>P4</b>	Pour les motiver, il faut seulement ramener, équiper chaque établissement par les moyens scientifiques de bord, les matériels didactiques de la science physique et il faut bien conserver pour certaines générations.

90	<b>C</b>	Selon vous, quels sont les facteurs qui entravent l'acquisition des concepts liés à la science physique (à l'électricité) chez les élèves centrafricains ?
91	<b>P4</b>	En fait, le milieu de vie sociale et le manque des outils par les enseignants ne donnent pas l'enseignement fiable pour que les élèves puissent acquérir une connaissance au niveau international. Là, tu peux faire la science physique ici, mais tu ne peux pas te mesurer à ceux qui sont à l'extérieur. Par ce que, les situations ne sont pas les mêmes.
92	<b>C</b>	Selon vous, l'utilisation de matériels didactiques peut augmenter le rendement des élèves centrafricains dans l'enseignement de science physique en général et en particulier l'électricité ? Expliquer.
93	<b>P4</b>	Oui, pour moi, je peux dire que, je donne un exemple, par exemple pour les élèves de la classe de troisième. Si tous les élèves sont équipés de leurs blouses blanches et avec leurs tous les protocoles de TP ainsi que les matériels didactiques du professeur, vous allez voir que les élèves vont se voir appréciés dans leurs tenues et ils ont une conviction de voir ce qu'on fait là, ça mérite d'être fait et du coup, l'élève dans son esprit ouvre un couloir de la connaissance scientifique et plus il manipule, plus il veut devenir un scientifique.



E - ELECTRICITE

On veillera à ce que tout montage soit lié à une situation concrète de la vie quotidienne.

Il faudra insister : les manipulations que l'on réalise avec une pile sont sans danger, par contre, on s'expose à un danger mortel en faisant ces expériences sur le courant du secteur.

E1 - LE CIRCUIT ELECTRIQUE

- 1- Comment allumer une ampoule électrique
- 2- Les matériaux du circuit
- 3- Le circuit électrique. Sa schématisation
- 4- Commandons des circuits

E2 - FAIRE FONCTIONNER UN CIRCUIT

- 1- La tension électrique. Les dangers du secteur
- 2- Avec plusieurs piles
- 3- Avec plusieurs lampes
- 4- La protection des installations électriques

E3 - AIMANTS ET BOBINES

- 1- Les aimants
- 2- L'électro - aimant
- 3- Analogie aimant et bobine

**E1 - LE CIRCUIT ELECTRIQUE****1- COMMENT ALLUMER UNE AMPOULE ELECTRIQUE****OBJECTIFS ET SAVOIR-FAIRE**

- A l'issue de la leçon, l'élève doit être capable de :
- 1-allumer une ampoule avec une pile plate, une pile cylindrique
  - 2-définir les bornes d'une ampoule, d'une pile
  - 3-savoir utiliser des douilles, des connexions, des pinces crocodiles, des cosses
  - 4-connaître les mots : générateur, récepteur.

**LEÇON****Allumer une ampoule avec une pile**

*manipulation* : les élèves allument l'ampoule avec une pile plate, puis avec une pile ronde.

*manipulation* : on améliore le montage en introduisant la douille, les pinces crocodiles.

## 2- LES MATERIAUX DU CIRCUIT

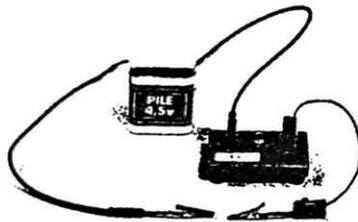
### OBJECTIFS ET SAVOIR-FAIRE

- A l'issue de la leçon, l'élève doit être capable de :
- 1-distinguer expérimentalement un conducteur d'un isolant
  - 2-réaliser un circuit électrique comportant un générateur (pile), un récepteur (lampe), un interrupteur et des fils conducteurs
  - 3-énoncer les causes possibles d'un court-circuit
  - 4-prendre conscience du danger d'électrocution.

### LEÇON

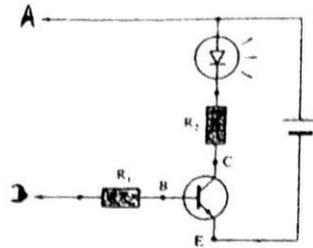
#### Conducteurs et isolants

**manipulation** : les élèves distingueront expérimentalement, à l'aide du dispositif de la leçon précédente, les matériaux qui laissent passer le courant de ceux qui ne le laissent pas passer.



**manipulation** : l'interrupteur.

**manipulation** : tester la conductivité du corps humain, de l'eau. Un montage électronique pourra être réalisé.



$R_2 = 220 \Omega$

$R_1 = 5 \text{ à } 8 \text{ k}\Omega$

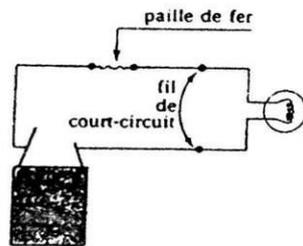
transistor BD 137 ou BC 109C

LED, pile 4,5 V.

Utilisation : on trempe les extrémités A et D dans l'eau, un élève prend A et D dans chaque main. les élèves font la chaîne en se tenant la main, le premier touchant A, le dernier touchant D.

**Danger d'un court-circuit**

**manipulation :**



**Le circuit de la lampe de poche**

**manipulation :** la lampe de poche.

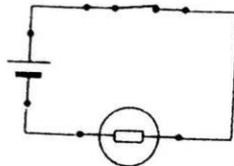
### 3- LE CIRCUIT ELECTRIQUE - SA SCHEMATISATION

#### OBJECTIFS ET SAVOIR-FAIRE

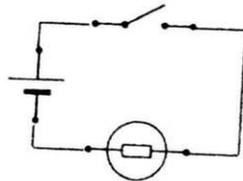
- A l'issue de la leçon, l'élève doit être capable de :
- 1-représenter correctement à l'aide de conventions, le schéma d'un circuit électrique et de ses éléments
  - 2-réaliser le montage d'un circuit électrique à partir d'un schéma conventionnel
  - 3-rechercher méthodiquement les causes d'une panne dans un circuit électrique.

#### LEÇON

##### Schématisation

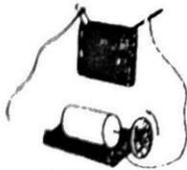


circuit fermé



circuit ouvert

*manipulation : un petit moteur muni d'un disque de carton dont un moteur à été noirci, et alimenté par une pile de 4,5 V.*



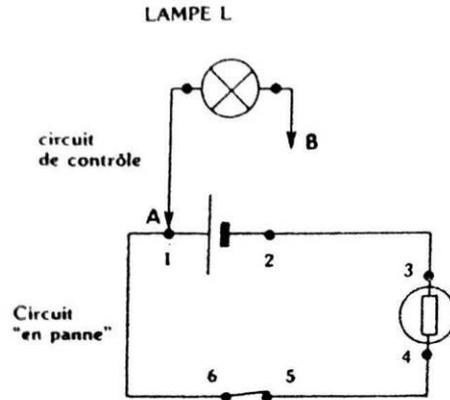
première expérience



deuxième expérience

### Un testeur de panne

*manipulation* : le testeur de panne sera constitué d'une lampe munie de deux conducteurs servant à tester méthodiquement les différentes parties du circuit.





## Annexe 14 : extraits de programme de 3<sup>ème</sup> sur l'électricité

### E - ELECTRICITE

#### E 5 - MESURES ELECTRIQUES EN CONTINU

##### I - L'INTENSITE D'UN COURANT

###### OBJECTIFS ET SAVOIR-FAIRE

A l'issue de la leçon, l'élève devra être capable de :

- connaître le sens conventionnel du courant et de le schématiser
- brancher un ampèremètre dans un circuit
- mesurer avec un ampèremètre l'intensité du courant qui traverse le circuit
- donner le résultat de sa mesure avec l'unité
- montrer expérimentalement l'unicité de l'intensité du courant dans un circuit série.

###### LEÇON

L'intensité du courant  
électrique

manipulation : une pile 4,5V, deux lampes 3,5V, un interrupteur, 3 fils électriques, on branche d'abord une lampe aux bornes de la pile.

Sa mesure

manipulation : un ampèremètre.

MANIPULATION : mesurer l'intensité  
du courant qui traverse le premier  
montage à l'aide d'un ampèremètre.  
En gardant le même calibre, on peut  
mesurer l'intensité du courant qui  
traverse le second montage.

### III - MESURES SUR DES CIRCUITS

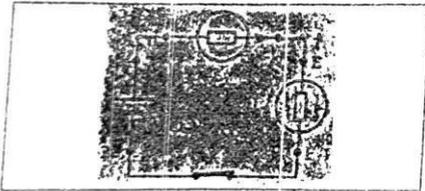
#### OBJECTIFS ET SAVOIR-FAIRE

- A l'issue de la leçon, l'élève devra être capable de :
- \* savoir distinguer intensité et tension
  - \* savoir que dans le cas d'un circuit série, il y a unicité de l'intensité et additivité des tensions
  - \* savoir que dans le cas d'un circuit comportant des dérivation, il y a additivité des intensités et égalité des tensions.

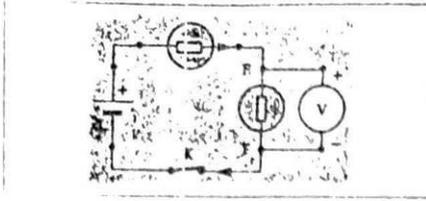
#### LEÇON

##### circuit sans dérivation

manipulation : un générateur 6V,  
deux lampes 3,5V, un interrupteur ;  
on fait un circuit série.

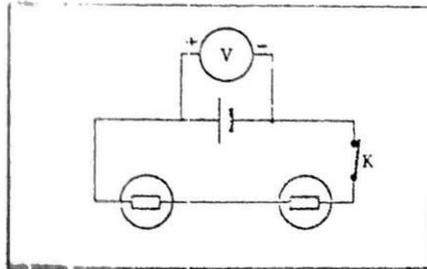


On mesure l'intensité du courant en différents points du circuit avec un ampèremètre.



La tension aux bornes d'une pile

manipulation : Dans le montage précédent, on mesure la tension aux bornes de la pile, dans le cas où le circuit électrique est ouvert et, dans le cas où le circuit est fermé.

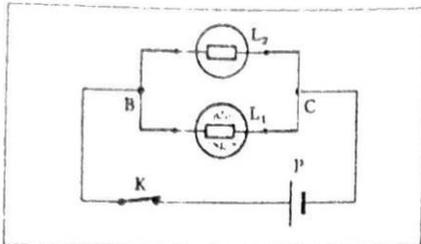


manipulation : mesurer la tension aux bornes d'une pile neuve puis aux bornes d'une pile usagée.

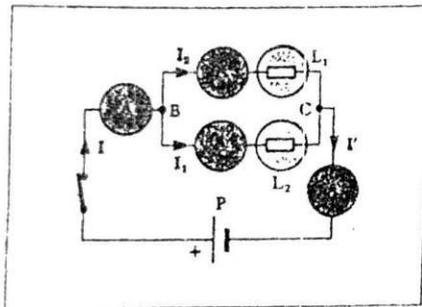
manipulation : un multimètre.

circuit avec dérivation

manipulation : un générateur 6V,  
deux lampes 6V, un interrupteur ;  
on monte les lampes en parallèle  
sur le générateur.



On mesure les intensités du courant  
dans la branche principale et dans  
les branches dérivées.



## Annexe 15 : Guide d'entretiens

### 1. ENTRETIEN ANTE (AVANT LA SEANCE)

#### **Identification de l'enseignant**

1. Quel est votre diplôme professionnel obtenu ?
2. Pourriez – vous me parler un peu de votre formation ?
3. Depuis combien de temps enseignez – vous la science physique ? Et quelle est votre ancienneté d'enseignement dans ce niveau de classe ?

#### **Organisation pratique de la salle**

4. Combien de classes tenez – vous ?
5. Quel que soit le niveau ? Ou seulement en 3<sup>ème</sup> ?
6. Vos classes sont composées par combien d'élèves ?
7. Quelle est la représentation de la classe (*en termes de sa composition en effectif, sexe, moyenne d'âge, statut socio-économique des parents*) ?
8. Quelle(s) méthode(s) privilégiez-vous pendant le(s) cours ? (Par exemple : Expositive ? collaborative ?,...)
9. Comment faites-vous pour favoriser les interactions (*enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève*) dans vos classes ?
10. Quels types d'interactions sont les plus fréquentes dans vos classes ?
11. Comment les activités proposées si possibles par l'enseignant sont réalisées ?

### 2. ENTRETIEN POST (APRES LA SEANCE)

#### **2.1 Organisation de la pratique enseignante**

##### **Composante cognitive**

12. Quelles sont les tâches prévues pour les élèves lors de votre séance et les contenus de physique que vous mettiez en œuvre ?
13. Comment ces tâches proposées si possibles sont – elles réalisées ?
14. Quel temps de travail a été donné aux élèves pour réaliser la tâche demandée dans la consigne ?
15. Quelle(s) méthode(s) privilégiez – vous pendant le(s) cours ? (*Par exemple : Expositive ? collaborative ?,...*). Est-ce que ces méthodes dépendent du contenu abordé, du moment de la journée, de l'absence de matériel, de la classe, etc.
16. Quel(s) type(s) d'interactions sont le(s) plus fréquent(s) dans votre classe ?

##### **Composante médiative**

17. Quels sont les choix d'organisation du travail des élèves dans la classe ?
18. Y a-t-il un temps de mise en commun ? De réalisation collective ? De réalisation individuelle ? De réalisation par petit groupe ? Sous quel format ?
19. Comment faites – vous pour favoriser les interactions (*enseignant-élève, élève-enseignant et élève-élève*) dans vos classes ?
20. Il me semble qu'au début du cours, les élèves ont du mal à comprendre ce que veut dire dipôle et intensité du courant. Comment expliquez-vous cela ?

##### **Composante institutionnelle**

21. Selon vous, quelles sont les contraintes extérieures à la classe qui influent sur la séance en termes de pratiques (C'est-à-dire, qui ont un effet sur ce qui se passe en classe et sur la préparation de la classe) ? Quelles en sont les raisons ?
22. Avez-vous pris en compte le programme, des horaires, des contraintes institutionnelles ?

Quels étaient les objectifs de l'activité relatifs à cette unité d'enseignement ?

23. Avez-vous un laboratoire et des ressources à votre disposition comme les matériels didactiques et disponibles dans l'établissement (ressources spécifiques à cette discipline) ? Si oui, quelle en est l'utilisation ? Si non, comment faites-vous et pourquoi ?

24. Quelles sont vos relations avec les inspecteurs de votre discipline ?

### **Composante personnelle**

25. Quelles sont vos convictions personnelles sur l'intérêt de l'enseignement de l'intensité, de l'électricité, et plus généralement de l'enseignement de la physique au collège ?

26. Y a-t-il l'impact de votre histoire personnelle sur votre travail (C'est-à-dire, votre expérience professionnelle) ? Expliquer.

27. Pensez – vous que vos élèves ont des connaissances extérieures suffisantes et/ou adéquates pour aborder la leçon du jour ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?

28. Pensez-vous que la représentation que vous faites du circuit électrique est la même que celle que font vos élèves des installations électriques domestiques ? Si oui ou non, comment vous-le savez ?

29. D'après vous, où est-ce que vos élèves peuvent rencontrer des difficultés dans cette étude ? Expliquer.

30. Etes-vous satisfaite de la manière dont s'est déroulé le cours ? Si oui, expliquer, Si non, quelles en sont les raisons ?

31. Quels sont les moments qui vous ont paru difficiles pendant le cours ? Et pourquoi ?

### **Composante sociale**

32. Quelles sont les relations que vous entretenez avec vos collègues de travail (*personnel administratif et enseignants*) et au-delà de l'établissement ? Par exemple, certains enseignants dans d'autres pays africains utilisent beaucoup leur smartphone pour participer à des échanges (Whatsapp, etc) au sein de collectifs enseignants.

33. Quelle est votre participation aux choix collectifs des collègues de l'établissement, sur les habitudes professionnelles des enseignants de science physique ?

34. Quelles sont les répercussions que le milieu social des élèves peut avoir sur le déroulement ou la conception de la séance ?

## **2.2 Organisation de la pratique expérimentale**

### **Sur la place accordée (ou non) aux élèves :**

35. Selon vous, quelle est la place accordée (ou non) aux élèves dans l'expérience de cours en intensité du courant électrique ?

36. Selon vous, les activités expérimentales peuvent-elles être utiles pour faciliter la tâche cognitive des élèves ? Expliquer.

### **Sur le rôle de l'enseignant :**

37. Avez – vous des difficultés à enseigner des notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser ?

38. Si oui, comment comptez-vous surmonter cette difficulté ?

### **Sur le rôle du matériel didactique :**

39. Selon vous, à quoi servent les matériels didactiques ?

40. Ces matériels sont-ils toujours indispensables dans la réalisation des expériences de cours en intensité du courant ?

### **Sur les dimensions plus générales de l'enseignement de la physique (de l'électricité) :**

41. A partir d'un exemple d'expérience de cours en intensité du courant, pouvez-vous préciser ce que l'on peut enseigner en terme de savoirs théoriques et pratiques ?

42. Pouvez-vous me donner une idée sur le déroulement des expériences de cours ?

43. Pensez-vous que la science physique est bien enseignée en Centrafrique ?

44. Pourquoi les élèves se désintéressent de l'enseignement scientifique ?

45. Comment motiver ces élèves ?

46. Selon vous, quels sont les facteurs qui entravent l'acquisition des concepts liés à la science physique (à l'électricité) chez les élèves centrafricains ?

47. Selon vous, l'utilisation de matériels didactiques peut augmenter le rendement des élèves centrafricains dans l'enseignement de science physique en général et en particulier l'électricité ? Expliquer.



**Titre :** Place des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique en Centrafrique : le cas de l'intensité du courant électrique en classe de troisième.

**Mots clés :** activité expérimentale, enseignement, intensité du courant, contrainte matérielle, effectif pléthorique.

**Résumé :** Notre recherche s'inscrit dans le champ de la didactique de science physique. Elle se propose d'analyser les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de l'intensité du courant électrique et sa mesure au collège en Centrafrique.

Nous analysons selon la double approche didactique et ergonomique, l'activité de quatre enseignants centrafricains volontaires lors d'une séance de cours sur l'intensité du courant en classe de 3ème (14 – 16 ans). La recherche, centrée sur la tâche de réalisation d'un montage électrique, s'attache à montrer en quoi les choix du dispositif expérimental impactent le déroulement de la séance et en quoi ces enseignants diffèrent dans leur mise en œuvre expérimentale. Pour cela, nous convoquons « la théorie des deux mondes ». Notre corpus est composé des enregistrements vidéo de l'intégralité des séances, des entretiens (ante et post) et des fiches de préparation.

Nous avons analysé les séances effectives et les tâches proposées, en croisant selon la composante cognitive l'analyse a priori et l'analyse des déroulements effectifs afin de reconstituer l'itinéraire cognitif choisi par les enseignants. Ensuite, une analyse selon la composante médiative permet de déduire les informations sur les accompagnements envisagés par les enseignants, les réalisations des tâches proposées. Enfin, une analyse en relation avec les composantes institutionnelle, personnelle et sociale permet de reconstituer l'ensemble des déterminants qui influencent l'activité des enseignants.

Les résultats de cette analyse des pratiques enseignantes montrent qu'il existe des écarts entre ce qui est prescrit par l'institution, ce que les enseignants ont prévu de faire et ce qu'ils ont réellement réalisé en classe, en dépit de fortes contraintes (matérielle et effectif pléthorique).

**Title:** Place of experimental activities in the teaching of physics in the Central African Republic: the case of the intensity of electric current in the third grade.

**Keywords:** experimental activity, teaching, current intensity, material constraints, overcrowding.

**Abstract** Our research falls within the field of the didactics of physical science. It aims to analyse the experimental practices related to the teaching of electric current and its measurement in secondary schools in the Central African Republic. We analyse, according to the double didactic and ergonomic approach, the activity of four Central African volunteer teachers during a class session on the intensity of current in the 3rd grade (14 - 16 years old). The research, centred on the task of creating an electrical assembly, aims to show how the choice of experimental device impacts the progress of the session and how these teachers differ in their experimental implementation. To do this, we invoke the « two-world theory ». Our corpus is composed of video recordings of the entire sessions, interviews (ante and post) and preparation sheets.

We analysed the actual sessions and the proposed tasks, by crossing the a priori analysis and the analysis of the actual procedures according to the cognitive component in order to reconstruct the cognitive itinerary chosen by the teachers. Then, an analysis according to the mediation component makes it possible to deduce information on the support envisaged by the teachers, and the achievements of the proposed tasks. Finally, an analysis in relation to the institutional, personal and social components makes it possible to reconstitute all the determinants that influence the teachers' activity. The results of this analysis of teaching practices show that there are gaps between what is prescribed by the institution, what the teachers planned to do and what they actually did in class, in spite of strong constraints (material and overcrowding).