

APPRENTISSAGE DE L'ASSOCIATION DE PILES EN CLASSE DE SIXIEME : UNE ETUDE EXPLORATOIRE AU BENIN

Ahodegnon Zéphyrin Magloire DOGNON,
Eugène OKÉ & Kossivi ATTIKLEME
*Laboratoire de didactique des disciplines (LDD),
Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin.
magloire.dognon@imsp-uac.org*

Abstract

In this paper, we explore first form students learning difficulties about batteries associations. This required the design of a paper and pencil questionnaire which we submitted to pupils in first form of two schools college of Abomey-Calavi. The analysis of the pupils' answers highlight that they encountered difficulties about practical knowledge about the association of batteries. These are linked, on the one hand, to their non-mastery of the theoretical skills about the associations of batteries and, on the second hand, to insufficient and/or approximate institutionalizations of the knowledge that are built during the teaching and the learning, in class, of the associations of batteries.

Keywords: *Batteries associations, conceptual difficulties, theoretical knowledge, practical knowledge, learning.*

Résumé

Dans cet article, nous explorons les difficultés des élèves en classe de sixième dans l'apprentissage de l'association des piles. Cette étude a nécessité la conception d'un questionnaire papier-crayon que nous avons soumis à 102 élèves de la classe de 6ème provenant de deux collèges d'enseignement général de la commune d'Abomey-Calavi pour explorer les types de difficultés qu'ils éprouvent dans l'apprentissage de l'association des piles. L'analyse des réponses des apprenants a permis de mettre en évidence de profondes difficultés de ceux-ci en ce qui concernent les savoirs faire pratiques à propos de l'association des piles et que ces difficultés sont liées, d'une part, à la non maîtrise des savoirs faire théoriques associés et, d'autre part, aux institutionnalisations insuffisantes et/ou approximatives, par l'enseignant, des constructions des savoirs en jeu dans l'enseignement et l'apprentissage de l'association des piles.

Mots clés: *Associations de piles, difficulté conceptuelle, savoir-faire théorique, savoir-faire pratique, apprentissage*

1. La problématisation

1.1. Le cadre théorique et contextuel de l'étude

Cette étude rentre dans le cadre des recherches menées en didactiques des sciences à propos de la construction des concepts en électrocinétique et elle cherche à explorer les difficultés de compréhension des élèves Béninois des classes de sixième en ce qui concerne les associations de générateurs. Nous nous inscrivons dans la théorie de l'apprentissage du point de vue de Vygotski (Brossard, 2004) qui stipule que l'apprentissage précède le développement de l'individu. Dans le contexte béninois de l'enseignement/apprentissage, dans les classes de Sixième, outre les orientations générales, le programme en Physique Chimie et Technologie prescrit, d'une part, les compétences spécifiées disciplinairement, transdisciplinairement et transversalement et, d'autre part, un répertoire de thèmes et les connaissances et techniques associées à chaque situation d'apprentissage ainsi que le plan de développement de celle-ci. L'étude de l'association des piles, dans les programmes d'étude de la classe de 6ème, correspond à la Situation d'Apprentissage (S.A) n°1. Le programme prescrit d'aborder le « *montage de piles en série et en parallèle* » et les savoirs à enseigner sont spécifiés en connaissances et techniques à savoir « *Réaliser quelques montages avec des piles en série ou opposition ...* » (GPE 6ème, 2013 : 15). Les activités prévues par le programme (Ibid, p : 33) laissent penser que les savoirs en jeu se répartissent en deux parties : la réalisation d'une association de pile en série (concordance et opposition) et la détermination de la tension aux bornes d'une association en série de piles. Toutefois le programme ne mentionne pas de façon spécifique une stratégie claire de mise en œuvre de la réalisation d'une association de pile en série (concordance et opposition) et celle de la détermination de la tension aux bornes d'une association en série de piles. D'après le descriptif du programme (Ibidem, p : 2), la compétence visée par l'apprentissage de l'association en série des piles est relative à la compétence disciplinaire n°1 qui peut se traduire par la capacité et l'habileté à définir une problématique, énoncer une hypothèse pour trouver une réponse scientifique relative aux phénomènes en jeu dans l'étude des associations en série de piles. En considération des savoirs à enseigner et des activités expérimentales recommandées par le programme d'étude, nous pouvons en déduire les

savoirs exigibles du point de vue des savoirs faire théoriques (SFT) et des savoirs faire pratiques (SFP).

Les savoirs théoriques concernent (1) l'identification d'une association en série concordance de piles, (2) l'identification d'une association en série opposition de piles et (3) la connaissance de la règle de détermination de la tension aux bornes d'une association en série de piles

Quant aux savoirs faire pratiques, ils concernent (1) la réalisation d'une association de piles en série concordance, (2) la réalisation d'une association de piles en série opposition et (3) l'association de piles permettant d'alimenter adéquatement un récepteur de caractéristiques nominales connues.

L'étude de l'association des piles en classe de sixième va déterminer plus tard l'apprentissage des lois de l'électrocinétique de la fin de collège au lycée et à l'Université. Pour nous, la question d'exploration et de la caractérisation des difficultés d'apprentissage de l'association de générateur apparaît comme une contribution l'amélioration des pratiques d'enseignement par le choix convenable des activités à mener en classe pour que les élèves en tirent le meilleur profit.

1.2. Revue de littérature, la question et et hypothèse

L'étude des piles et de leurs associations en série de générateurs fait partie intégrante des objets d'enseignement et d'apprentissage au secondaire au Bénin (GPE 6^{ème}, 2013 ; GPE 4^{ème}, 2015 ; GP, 2^{nde}, 2009). Mais son enseignement a commencé dès la classe de CM2 à l'école primaire (GPE CM2, 2003) et se prolonge jusqu'à l'université. En classe de sixième, l'étude de l'association des piles occupe deux Situations d'Apprentissage (1 et 2). Elle est déterminante dans la compréhension de l'adaptation pile lampe et implique les concepts d'intensité, de tension et de résistance électriques, trois concepts clés de l'électrocinétique.

Des recherches menées en didactique des sciences à propos des conceptions des élèves sur l'intensité, la tension et la Résistance ont montré des difficultés de compréhension de celles-ci et ces difficultés persistent en dépit de l'apprentissage formel.

À propos de l'intensité du courant électrique

Tiberghien et Delacôte (1976) ont mis en évidence chez les jeunes enfants un *effet causal linéaire* entre une pile et une ampoule. Ils

expliquent qu'il existe un agent appelé électricité du courant électrique qui se déplace de la pile à l'ampoule. Selon eux cet agent est stocké dans la pile et peut "demeurer" dans les fils et consommé dans la pile, ce qui exclut toute idée de conservation de l'électricité chez ses élèves. Osborne (1983) met en évidence chez des élèves, l'existence de courant antagoniste dans l'ampoule qui induit la consommation de courant. Cette idée ne disparaît pas même après l'enseignement formel comme l'ont montré Shipstone et al. (1988). Closset et Viennot (1984), dans une étude, ont identifié chez des élèves un raisonnement dit raisonnement local qui consiste à considérer la pile comme une source à intensité constante plutôt qu'une source à tension constante qui délivre un courant constant indépendamment du circuit relié à la pile.

À propos de la tension électrique.

Duit et Von Rhöneck (1997), dans une recherche, ont montré qu'en dépit de l'enseignement, 40% d'un échantillon d'élèves continuent de lier la tension électrique à la "force de la pile" ou à "l'intensité ou force du courant". Ces élèves utilisent le concept de tension comme ayant approximativement les mêmes propriétés que le concept d'intensité de courant. Des études comme celle menées par Closset (1983) ont observé chez des élèves et même chez des étudiants, un type de raisonnement qu'il appelle raisonnement séquentiel. Ces élèves et étudiants analysent un circuit électrique en termes de « *avant* » et « *après* » que le courant passe à un endroit. Dans son étude près du tiers d'un échantillon d'étudiants pense qu'une modification au "début" du circuit (modification d'une résistance par exemple) influence les éléments qui sont « *après* » alors qu'une modification à la fin n'a pas d'influence sur les éléments situés « *avant* ».

À propos de la résistance

Dans une étude récente, Dognon (2020) a exploré les difficultés conceptuelles des élèves et étudiants béninois en électrocinétique notamment à propos de la résistance. Les résultats de l'étude tendent à montrer que, d'une part, moins du quart des élèves après la quatrième interrogés a trouvé que la résistance d'un conducteur ohmique ne varie pas lorsque la tension aux bornes de celui-ci et l'intensité du courant qui le traverse varient en accord avec Liégeois et Mullet (2002) pour qui la majorité des élèves interrogés pensent que la résistance était une fonction directe de la tension et de l'intensité comme l'est la puissance électrique. D'autre part, en écho à Periago et Bohigas (2005), l'étude

met en évidence l'incapacité d'une bonne frange d'étudiants enquêtés en cycle d'ingénierie à reconnaître et à utiliser la relation qui existe entre tension, intensité et résistances électrique pour un conducteur ohmique. Les difficultés conceptuelles des élèves que soulèvent ces différentes publications tendent à faire échec à l'apprentissage de l'électricité. L'étude de l'association des piles ne semble pas du reste. Elle présente un intérêt didactique et pédagogique. En effet, elle vise principalement à identifier les difficultés d'apprentissage des apprenants des classes de sixième à propos de l'association des piles en nous focalisant sur les savoirs théoriques et savoirs faire pratiques. Ceci contribuera à sensibiliser les enseignants de physique chimie et technologie sur les types d'activités à proposer aux apprenants afin que ceux-ci en tirent le meilleur profit pour leur apprentissage.

Pour atteindre notre objectif, nous nous sommes posé la question suivante : Quelles sont les difficultés des apprenants des classes de sixième à propos de l'association en série de piles? Cette question se veut mettre en évidence les insuffisances des élèves des classes de sixième en ce qui concerne le concept d'association de générateurs. Compte tenu de la richesse du milieu didactique favorable à l'apprentissage et l'apprentissage de l'association de piles et la grande motivation des apprenants en ce qui concerne les phénomènes de l'association en série des piles nous formulons l'hypothèse que ces apprenants n'éprouvent pas de difficultés à propos de l'association en série des piles.

2. Méthodologie

2.1. Le recueil des données

Le cadre physique de notre étude se situe dans deux établissements d'enseignement secondaire : le Collège d'Enseignement Général (CEG) 2 d'Abomey-Calavi situé en zone urbaine et le Collège d'Enseignement Général de Zinvié dans le département de l'Atlantique au sud du Bénin situé en zone rurale. La population concernée par cette étude dans les deux établissements est constituée 102 élèves de la classe de sixième ayant déjà suivi le cours sur les associations de piles. 52 d'entre eux proviennent du CEG de Zinvié et 50 élèves sont pris parmi les élèves de sixième du CEG d'Abomey-Calavi. Ce choix se justifie par le soucis de prendre en compte (implicitement) les contextes d'apprentissage

différents et qui sont les plus rencontrés dans l'enseignement secondaire des sciences physiques au Bénin. Dans cette étude nous cherchons à explorer les difficultés des apprenants des classes de sixième à comprendre l'association en série de piles. Pour cela la technique qui nous semble appropriée pour recueillir les données est celle du questionnaire papier-crayon. Elle a l'avantage de toucher un grand nombre d'individus et permet un traitement par une méthode quantitative assortie d'une interprétation qualitative des résultats.

2.2. La présentation du questionnaire et les réponses attendues

Nous avons soumis aux 102 apprenants de notre panel un questionnaire papier-crayon (voir l'annexe) conçu sur la base de questions relatives aux deux types de savoir à propos de l'association en série de piles :

Des questions relatives aux savoirs faire théoriques

Ces questions portent, dans un premier temps sur l'énoncé des règles d'association de piles en série (SFT1 et SFT2). Nous avons demandé aux apprenants de notre panel d'expliquer en quelques phrases comment reconnaître une association de piles en série concordance et en série opposition (voir question 1 et 2 du questionnaire à l'annexe). *A priori* les apprenants n'auront pas de difficulté à répondre à cette question étant donné qu'elle a été étudiée et institutionnalisée en classe comme le montre les extraits de la trace écrite du cours dans les cahiers de deux apprenants, l'un du CEG 2 d'Abomey-Calavi, l'autre du CEG de Zinvié conformément au programme d'études.

Dans un second temps, les questions portent sur les règles de détermination de la tension. Nous avons demandé aux élèves d'exprimer ce que deviennent, d'une part, les tensions des piles associées en série concordance (SFT3) et, d'autre part, les tensions des piles associées en série opposition (SFT4). En considérant leur apprentissage de la détermination de la tension aux bornes de l'association en série de piles (trace écrite du cours de l'enseignant), nous pouvons dire qu'*a priori* les apprenants répondront que lorsque des piles sont associées en série concordance, leurs tensions s'ajoutent et qu'en cas d'une association en série de piles, les tensions des piles montées en opposition se retranchent de celles des autres piles.

Enfin, nous avons demandé aux apprenants de dire, en quelques phrases, à quoi sert d'associer des piles en série (SFT 5). Nous attendions que l'apprenant écrive que l'association en série de piles permet de disposer de la tension adéquate pour alimenter un type de récepteur donné. Mais à l'examen du programme d'études, aucun contenu ne fait référence explicitement à l'utilité d'associer en série des générateurs. De plus, les enseignants, dans leur cours n'en n'ont pas fait cas. Dans ces conditions, *a priori*, très peu d'apprenants réussiront à répondre correctement à cette question.

Des questions relatives aux savoirs faire pratiques

Dans une première variante de question portant sur les savoirs faire pratiques(SFP1), nous avons proposé la photographie d'une association de piles et nous leur avons demandé de schématiser le montage correspondant. En application de la règle d'association des piles en série concordance nous attendons que tous les apprenants associent les trois piles l'une à la suite de l'autre en veillant à ce la borne positive de l'une soit reliée à la borne négative de l'autre.

Dans une nouvelle variante du questionnaire portant sur les savoirs faire pratiques(SFP2 et SFP4), nous avons demandé aux apprenants de notre panel de prévoir la tension que délivrerait, dans un premier temps, l'association en série concordance de trois piles (SFP2) de tension connue (Voir question 4 du questionnaire à l'annexe) puis dans un second temps, l'association mixte (SFP4) série concordance et opposition de piles (question 6 du questionnaire en annexe).

En application de la règle de détermination de la tension aux bornes d'une association de piles prescrite et étudiée en classe, *a priori* les apprenants ne devraient pas avoir de difficultés à additionner les tensions aux bornes de chaque pile (variante de la question 4) pour trouver la tension aux bornes de l'association, soit $4,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} + 3 \text{ V}$, c'est-à-dire $9,0 \text{ V}$. Pour le cas d'une association mixte, *a priori* les apprenants identifieront les deux piles de tensions $4,5 \text{ V}$ comme étant associées en série concordance et les deux autres piles de tension $1,5 \text{ V}$ comme étant montées en opposition. En application de la règle de détermination de la tension aux bornes de l'association de piles, les apprenants devraient pouvoir écrire que la tension aux bornes d'une telle association est : $4,5 \text{ V} + 4,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V}$, soit une tension de 9 V .

Dans cette variante (SFP3), nous avons mis à la disposition des apprenants trois piles P_1 , P_2 et P_3 de tension respectives 3 V, 9 V et 4,5 V et nous leur avons demandé d'associer les trois piles de façon à obtenir une tension électrique de 7,5 V. La résolution de cette question nécessite la mobilisation de plusieurs savoirs : savoir associer des piles en série concordance et/ou en série opposition ; savoir déterminer la tension aux bornes d'une association de pile en série concordance et/ou en série opposition.

Pour résoudre ce problème, l'apprenant doit d'abord savoir que pour obtenir 7,5 à partir de des nombres 3, 9 et 4,5 il faut faire l'opération : $3 + 9 - 4,5 = 7,5$.

Dans le cahier des apprenants du CEG Zinvié, nous notons que l'enseignant a bien annoncé « *Comment associe-t-on des piles dans un circuit électrique pour avoir la tension voulue* »

Mais le développement ultérieur du cours n'a pas abouti à une institutionnalisation de la stratégie à mettre en place pour faire des associations ou des combinaisons de types d'association de piles pour obtenir la *bonne* tension pour alimenter le récepteur désigné. Le cours n'a pas non plus abouti à une conclusion claire mettant en évidence l'utilité des montages en série de piles dans un circuit électrique.

Dans ces conditions, nous pouvons faire l'hypothèse que les apprenants puissent éprouver quelques difficultés à résoudre ce problème non pas parce qu'il fait intervenir des notions qui leur sont nouvelles mais parce qu'il constitue une question dont la résolution nécessite la mobilisation de plusieurs types de connaissances à combiner ensemble.

Au total, nous avons soumis aux apprenants quatre variantes de questions évaluant les savoirs théoriques et cinq variantes de questions portant sur les savoirs faire pratiques.

2.3. Le traitement des données

Pour extraire les données à partir des questionnaires remplis par les apprenants nous avons suivi deux étapes. Dans un premier temps, nous avons conçu la grille de correction des productions des apprenants enquêtés en apprêtant pour chaque question la réponse attendue. Puis nous avons choisi d'attribuer le chiffre 1 pour chaque réponse conforme à celle attendue et le chiffre 0 à toute réponse non conforme à celle attendue. Dans un second temps nous compilons dans un tableau pour chaque apprenant le score de celui-ci par variante d'un

type de savoir évalué (savoir théorique ou pratique). L'avantage de cette façon de pondérer les productions réside dans le fait que toutes les moyennes que nous calculons sont directement les taux de réussite des savoirs évalués ou bien les pourcentages d'apprenants ayant réussi telle ou telle autre question portant sur un type de savoir donné relatif à l'association de piles. Les données ayant été ainsi extraites, nous les traitons, avec le logiciel Excel de Microsoft, en calculant la moyenne de succès de chaque apprenant par variante d'un type de savoir et par type de savoir. Enfin, nous faisons les analyses qui s'imposent. Dans le tableau 1 suivant, nous consignons les différents codes que nous avons adoptés pour les différents variables.

Tableau 1: *Codage des variantes des savoirs évalués*

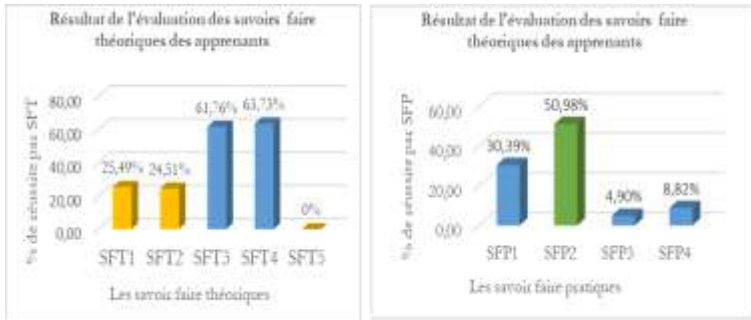
| Les variantes du Savoir Faire Théorique (SFT) | | | | |
|---|------------|--------------|--------------|------------|
| SFT1 | SFT2 | SFT3 | SFT4 | SFT5 |
| Question 1 | Question 2 | Question 3.a | Question 3.b | Question 8 |
| Les variantes du Savoir Faire Pratique (SFP) | | | | |
| SFP1 | SFP2 | SFP3 | SFP4 | |
| Question 4 | Question 5 | Question 6 | Question 7 | |

Dans le tableau 2 en annexe nous compilons les résultats de dépouillement des productions des apprenants pour les savoirs faire théoriques et pratiques ainsi que pour leurs variantes. Dans ce tableau nous consignons pour chacun des élèves, d'une part, le résultat de sa production pour chaque type de savoir et pour chacune de ses variantes, d'autre part, nous calculons le taux de réussite pour le savoir de type théorique et pour le savoir de type pratique (dernière colonne de chaque type de connaissance). De plus, nous calculons, pour l'ensemble des 102 apprenants de notre panel, la moyenne de réussite relativement à chaque variante de chaque type de connaissance (dernière ligne du tableau 2)

3. Analyses et résultats obtenus

3.1. Les savoirs faire théoriques des apprenants à propos de l'association de piles en série concordance et en série opposition

Figure 1: Les savoirs faire théoriques et pratiques des apprenants à propos de l'association des piles



De l'examen des productions des apprenants en ce qui concerne les savoirs faire théoriques il ressort qu'à peine le quart des apprenants interrogés savent reconnaître une association de piles en série concordance (SFT1 : 25,5 %) et une association de piles en série opposition (SFT2 : 24,5 %). Un peu plus de six apprenants sur dix ont été en mesure d'exprimer correctement comment on peut prévoir la tension obtenue à la suite d'une association de pile en série concordance (SFT3 : 61,8 %) et en série opposition (SFT4 : 63,7 %). Enfin, les résultats montrent qu'aucun apprenant interrogé n'a pu dire en quoi il est utile de faire des associations des piles en série.

Ainsi donc la très grande majorité des apprenants de notre panel (les trois-quarts) ne semble pas connaître les règles permettant de reconnaître une association de piles soit en série concordance, soit en série opposition. Mais la majorité d'entre eux semblent connaître les règles permettant de calculer la tension obtenue à la suite d'une association des piles. Néanmoins les élèves ne semblent pas connaître à quoi ça sert d'associer des piles en série.

Nous nous sommes intéressés à ce qui se passe au niveau de chaque établissement en ce qui concerne le comportement relatif des apprenants à propos des savoirs faire théoriques. Nous notons que le

taux de réussite des apprenants du CEG 2 d'Abomey-Calavi de l'énoncé des règles permettant de reconnaître les différents types d'association de piles est le double (32,69 %) est le double de celui des apprenants du CEG de Zinvié (16,0 %). Nous avons cherché à comprendre cette différence dans le comportement des apprenants des deux établissements en allant examiner le cours des enseignants dans les cahiers des apprenants (Figure 4). Il ressort que l'institutionnalisation de ces règles n'est pas explicite au niveau du cours de l'enseignant du CEG Zinvié. Celui-ci s'est contenté de faire un schéma montrant les associations en série de piles en le désignant comme tel. Cette institutionnalisation apparaît très explicite dans le cours de l'enseignant du CEG 2 d'Abomey-Calavi. Nous pensons que c'est ce qui explique la réussite relative de la question par les apprenants du CEG d'Abomey-Calavi.

Nous avons calculé la moyenne de réussite globale des savoirs faire théoriques (SFT) et nous avons obtenu 28,33%. Ceci montre un très faible taux de réussite des questions relatives aux savoirs faire théoriques par les apprenants.

Ainsi donc, l'exploration des savoirs faire théoriques relatifs à l'association des piles chez les élèves des deux établissements nous a permis de mettre en évidence une non maîtrise de la notion qui peut s'expliquer par des contours peu explicites du cours de l'enseignant pouvant induire un *effet maître* au sens de Bressoux (1990).

3.2. Les savoirs faire pratiques des apprenants à propos de l'association de piles en série concordance et en série opposition

L'examen des productions des apprenants en ce qui concerne les savoirs faire pratiques relatifs à l'association des générateurs montre que la grande majorité des apprenants ne parviennent pas à réaliser le schéma de montage de piles associées en série. C'est ainsi que, d'une part, près de sept apprenants interrogés sur dix (69, 61%) ne sont pas parvenu à faire le schéma de piles associées en série concordance (SFP1 : 30,39%) et, d'autre part, à peine cinq apprenants sur cent (4,90%) savent comment associer des piles pour obtenir une tension donnée (SFP3).

Plus de 9 apprenants interrogés sur 10 (SFP4 : 8,82%) n'arrivent pas à interpréter ou à lire le schéma d'association mixte en série concordance

et série opposition de piles afin d'en déterminer la tension à ses bornes. une association en série opposition de piles.

La figure 1 montre qu'une bonne moitié (50,98%) des élèves sait calculer la tension aux bornes d'une association des piles en série concordance. En croisant ces résultats avec ceux obtenus pour les savoirs faire théoriques relatifs aux règles d'identification des types d'association de piles (SFT1 et SFT2) et les règles de calcul de la tension aux bornes desdites associations (SFT3 et SFT4), nous nous rendons compte qu'il y a une certaine cohérence. En effet, ainsi que nous l'avions vu, d'une part, une minorité des élèves ne sachant pas reconnaître un montage de piles en série c'est dans l'ordre des choses qu'ils ne parviennent pas, dans leur majorité à schématiser des associations de piles en série. D'autre part, une majorité relative des apprenants (61,76%) connaissant la règle permettant de prévoir la tension aux bornes d'une association des piles en série concordance, il est logique qu'en étant confronté à une association de piles en série concordance, les apprenants parviennent à calculer la tension aux bornes d'une telle association même si c'est pour la moitié d'entre eux.

Ainsi que nous l'avions prévu dans l'analyse *a priori* du questionnaire (voir paragraphe 2.3.2.4.2), l'écrasante majorité des apprenants enquêtés ne sont pas parvenus à trouver comment combiner de piles de caractéristiques données pour obtenir une tension donnée pour alimenter adéquatement un récepteur dont la tension nominale est connue. En effet, à peine 5 d'entre eux sur 100 ont pu trouver la bonne association des piles qui permettrait d'obtenir un générateur de tension bien terminée (SFP3: 4,90%). C'est le cas aussi pour la lecture du schéma de l'association mixte en série concordance combinée avec l'association en série opposition (SFP4). Ce résultat semble en cohérence avec celui obtenu précédemment (SFT5) qui tendait à montrer que les élèves n'ont aucune idée de l'utilité d'associer en série des piles.

La question est de savoir pourquoi les apprenants, dans leur immense majorité n'ont pas réussi à résoudre de telle question. Il ressort de l'examen des cours des enseignants des deux établissements de notre recherche que les différents types d'association de piles ont été abordés séparément. Or nous pensons que l'intérêt même d'associer les piles en combinaison série concordance et série opposition trouve tout son sens

dans l'usage que l'on en fait : disposer d'une tension adaptée au fonctionnement d'un type donné de récepteur.

Nous avons calculé la moyenne de réussite globale des savoirs faire pratiques (SFP) et nous avons obtenu 23,77%. Ceci montre, comme pour les savoirs faire pratiques, un très faible taux de réussite des questions relatives aux savoirs faire pratiques des apprenants.

Conclusion

Dans notre recherche, nous avons cherché à identifier les difficultés d'apprentissage de l'association des piles en classe de sixième. Ceci nous a conduits à soumettre des apprenants de classe de sixième des tâches portant sur les associations de piles juste après que ces apprenants aient reçu un cours portant sur la question. Les résultats tendent à montrer que les apprenants ont un niveau de compréhension approximative en ce qui concerne les savoirs théoriques. La conséquence est que les apprenants ont du mal à faire valoir ces savoirs pour résoudre des problèmes mettant en jeu des savoirs faire pratiques à propos de l'association des piles. En marge des difficultés mises en évidence, il est apparu que les difficultés qu'éprouvaient les apprenants semblent en partie liées aux manques de clarté ou de précision dans les savoirs institutionnalisés dans le cours des enseignants.

En attendant de faire ultérieurement une étude pour obtenir d'informations requises pour la conception d'activités d'apprentissage permettant aux apprenants de mieux comprendre les structures conceptuelles en jeu dans l'association de générateurs, nous formulons quelques recommandations suivantes pour aider nos collègues enseignants de physique chimie et technologie :

- Faire des institutionnalisations des savoirs relatifs à l'association en série de piles de façon claire en tenant compte des prescriptions du programme.
- Séquencer au mieux les apprentissages de l'association des piles en distinguant clairement les apprentissages marginaux relatifs aux savoirs théoriques, d'une part, et les savoirs faire pratiques,
- Prendre en compte le fait que les savoirs faire pratiques des apprenants sont conditionnés par leur acquisition des savoirs faire théoriques

- Intégrer le fait fondamental que l'enseignement et l'apprentissage d'un concept scientifique ne saurait occulter la réponse à la question fondamentale : « *A quoi ça sert ?* »

Références bibliographiques

Bressoux Pascal (1990), Méthodes pédagogiques et interactions verbales dans la classe in *Revue Française de Pédagogie*. Volume 93, pp. 17-25. DOI: 10.3406/rfp.1990.1370.

Brossard Michel (2004), *Vygotski : lectures et perspectives de recherches en éducation*, Presses Universitaires du Septentrion.

Closset Jean-Louis (1983), Sequential reasoning in electricity. In Research on Physics Education. Proceedings of the First International Workshop. La Londe les Maures: Editions du CNRS, 313-319.

Closset Jean-Louis et Viennot Laurence (1984), Contribution à l'étude du raisonnement naturel en physique, *Communication Information Médias Théorie*, n° 6-2-3, pp. 398-420.

Dognon Ahodegnon Zéphyrin Magloire (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. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02959347>.

Duit Reinders et Rhöneck Christoph Von (1997), Learning and understanding key concepts of electricity In *International Commission on Physics Education*, C2, pp. 50-55. ISBN: 0-9507510-3-0.

Guide du programme (2003), *Education Scientifique et Technologique, classes de CM2*, Direction de l'Inspection Pédagogique, Porto-Novo.

Guide du Programme (2009), *Sciences Physique, chimique et technologie, classes de 2nde séries C et D*, Direction de l'Inspection Pédagogique. Porto-Novo.

Guide du Programme (2013). « Sciences Physique, chimique et technologie, classes de 6ème ». Direction de l'Inspection Pédagogique, Porto-Novo.

Guide du Programme d'Études (2015), *Physique-Chimie-Technologie, classe de 4ème, version révisée*, Institut National d'Ingénierie de la Formation et de Renforcement des capacités des Formateurs, Cotonou.

Liegeois Loïc et Mullet Etienne (2002), High school students' understanding of resistance in simple series electric circuits, *International Journal of Science Education*, volume 24, issue 4, pp. 551- 564.

Osborne Robin (1983), Towards modifying children's ideas about electric current, *Research in Science and Technology Education*, Volume 1, pp. 73-82.

Periago Christian et Bohigas Xavier (2005), A study of second-year engineering students' alternative conceptions about electric potential, current intensity and Ohm's law, *European Journal of Engineering Education*, Volume 30, issue 1, pp. 70-94

Tiberghien Andrée et Delacôte Géory (1976), Manipulation et représentations de circuits électriques simples chez des enfants de 7 à 12 ans, *Revue Française de Pédagogie*, Volume 34, pp. 32-44.