



ANALYSE DES COMPÉTENCES DES ÉLÈVES DE TRONC COMMUN MAROCAIN EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES D'ÉLECTRICITÉ (DIPÔLES ACTIF ET PASSIF)ⁱ

Ali Ouasriⁱⁱⁱ,

Konstantinos Ravanis²

¹Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation,
Madinat Al Irfane, Souissi, BP 6210, Rabat, Maroc

²Department of Educational Sciences and
Early Childhood Education, University of Patras, Greece

Résumé:

Cette étude vise à analyser les difficultés des élèves (16-17 ans) de classes de Tronc commun, première année de secondaire qualifiant marocain, en activités de résolution de problèmes en général, et en électricité en particulier. Au début, un questionnaire est administré aux élèves auxquels a été soumis par la suite un problème d'électricité (Dipôle actif et Dipôle passif) pour résolution. L'analyse des productions écrites des élèves est effectuée en termes de tâches réussies, échouées et non traitées sous l'éclairage de certaines compétences « s'approprier », « analyser » et « réaliser » mobilisées par les élèves afin de réaliser ces tâches. Les élèves ont pu réussir davantage les tâches requérant les compétences « s'approprier » alors qu'ils éprouvent certaines difficultés pour développer d'autres compétences, et surtout celle de « réaliser ».

Mots clés: résolution de problèmes, compétence, s'approprier, analyser, réaliser, dipôle, actif, passif

Abstract:

The purpose of this study is to analyze the difficulties encountered generally by pupils (16-17 years) of classes of first year of Moroccan high-school in solving problems, and particularly in solving electricity problems (active and passive dipoles). The analysis of

ⁱ ANALYSIS OF THE SKILLS OF MOROCCAN COMMON CURRICULUM PUPILS IN SOLVING ELECTRICITY PROBLEMS (ACTIVE AND PASSIVE DIPOLES)

ⁱⁱ Correspondence: email aouasri@yahoo.fr

pupils' written productions is carried out in terms of successful, failed and untreated tasks in relation with "appropriate", "analyze and "achieve" skills mobilized by the pupils to realize these tasks. The pupils carried out with success the tasks whose realization requires the mobilization of "appropriate" skills, while they encountered such difficulties to develop others studied skills, particularly the "achieve" skills.

Keywords: problems solving, skill, appropriate, analyze, achieve, dipole, active, passive

1. Introduction

Dans les divers courants de la didactique des sciences physiques, deux axes de recherche s'orientent vers l'apprentissage des phénomènes, des concepts, des lois et des principes. Le premier est consacré à l'étude des représentations mentales des enfants. Les représentations étant produites de l'histoire individuelle et sociale de l'enfant se trouvent en interaction continue avec le milieu socioculturel et éducatif, et elles présentent un caractère dynamique, développemental et évolutif (Weil-Barais, 1985; Ravanis, 2005; Kambouri, 2011 ; Bryce & Blown, 2013; Kampeza et al., 2016). Ainsi dans la mesure où les représentations à travers lesquelles l'enfant interprète les phénomènes du monde physique se trouvent en distance ou en contradiction avec quelques éléments des modèles scientifiques, les idées dominantes des courants des recherches en didactique des sciences physiques visent à la construction des interventions pédagogiques et des situations didactiques susceptibles de favoriser le passage des représentations naïves, implicites, locales et non conscientes des notions ou des phénomènes aux conceptions et aux formes mentales explicatives (Kampeza & Ravanis, 2009; Ravanis, 2010; Allen & Kambouri-Danos, 2016; Fleck & Hachet, 2016; Delsérieys et al., 2017).

Le deuxième courant est celui de la résolution des problèmes. Un problème est généralement défini comme une situation initiale ayant un but à atteindre et demandant à un sujet d'élaborer une suite d'actions ou opérations pour atteindre ce but (Brun, 1999) ; il n'y a donc problème que dans un rapport sujet/situation, où la solution n'est pas disponible mais possible à construire. Pour Fabre (1999), un problème est caractérisé par un état initial et un état final, et il n'y a pas de solution immédiate pour passer de l'état initial à l'état final. Selon le cadre socioconstructiviste, la résolution de problème est une question complexe au niveau épistémologique, psychologique et didactique. Elle consiste en l'interaction du sujet avec la tâche à réaliser et l'élaboration de la solution, en l'interaction avec autrui dans une perspective collaborative et au rapport dialectique entre théorie et réalité (Boilevin & Dumas-Carré, 2001; Dumas-Carré

& Gomatos, 2001; Boilevin, 2005). Dans ce cadre socioconstructiviste quant à Dumas-Carré et Goffard (1997) « La résolution d'un problème consiste à élaborer un raisonnement qui conduit de la question à la réponse, en utilisant des connaissances déjà acquises.....être capable de résoudre "correctement", un problème est donc preuve que l'on possède ces connaissances ».

Les problèmes peuvent être classés selon nombreux critères à savoir par exemple:

- Classification ayant trait aux objectifs de l'enseignant, tels que :
 - Réinvestissement de notions connues ; les acquis antérieurs sont utilisés dans des situations de réinvestissement ou d'application.
 - Apprentissage d'une nouvelle notion, c'est faire découvrir aux élèves une nouvelle notion qui sera par la suite institutionnalisée; on parle dans certains cas de « situation-problème ».
 - Apprendre à chercher aux élèves en les plaçant en situation de recherche par problèmes ouverts dont les données sont en surnombre ou insuffisantes, et qui mènent à une seule, plusieurs ou aucune solution. Les élèves doivent imaginer des procédures de résolution personnelles et originales.
- Classification en fonction des énoncés, renvoie aux problèmes classiques, ouverts ou situation-problèmes. Nous ne retiendrons ici que les deux catégories suivantes :
 - Le problème classique « fermé » contient des énoncés comportant toutes les informations nécessaires à leur résolution ; ce type de problème n'entraîne le plus souvent qu'une seule réponse et qu'une seule méthode de résolution.
 - Le problème ouvert contient des énoncés courts n'induisent ni la méthode ni la solution ; celle-ci ne doit pas être une simple application ou utilisation immédiate des derniers résultats. Il s'agit donc d'amener l'élève à faire des essais, émettre des hypothèses, tester, prouver, argumenter et par conséquent trouver une solution originale et personnelle.

Le présent travail porte sur les difficultés des élèves de niveau Tronc commun (première année du cycle secondaire qualifiant) en situation de résolution de problèmes en général, et de problème d'électricité en particulier ; et ce sous l'éclairage de certaines compétences. Ce travail inscrit dans le cadre de la continuité des travaux que nous avons effectués sur les difficultés des élèves marocains, des cycles secondaire collégial et secondaire qualifiant, en résolution des problèmes des sciences physiques (Ouasri, 2016, 2017a, 2017b, 2017c, 2017d) comporte les parties suivantes:

- La problématique met en évidence les principales difficultés rencontrées par les élèves lors de la résolution de problèmes en général, et en électricité en particulier.
- Le cadre conceptuel traite des compétences à développer chez l'apprenant pour pouvoir réussir une résolution de problème, et en fin des difficultés des élèves en résolution de problèmes.
- La méthodologie décrit la population cible ainsi que les instruments utilisés : un questionnaire et une grille de recueil des réponses écrites des élèves en résolution de problème.
- L'analyse et discussion des résultats permet de faire apparaître divers obstacles confrontés par les élèves, et d'émettre certaines propositions utiles à surmonter ces difficultés.

2. Problématique

La résolution de problèmes occupe une place très importante à l'école car elle permet aux élèves de construire et de donner du sens aux connaissances qui y sont travaillées. Cependant, il s'agit d'une activité complexe qui implique de nombreuses étapes pour parvenir à la solution. C'est pourquoi, beaucoup d'élèves éprouvent des difficultés dans ce domaine.

Des recherches menées sur l'enseignement-apprentissage d'électricité ont montré que plusieurs apprenants ne parvenaient pas à synthétiser les concepts électriques de base dans un cadre cohérent, et acquérir une compréhension conceptuelle profonde de l'électricité et du comportement des circuits électriques (Dupin & Johsua, 1985; Eylon & Ganiel, 1990; Koumaras, Kariotoglou & Psillos, 1994, 1997; Rozenchwajg, 1997; Koliopoulos & Ravanis, 2001; Başer & Geban, 2007; Küçükozer & Kocakulah, 2007; Hart, 2008; Streveler et al., 2008; Glauert, 2009; Başer & Durmuş, 2010; Jaakkola, Nurmi & Veermans, 2011; Gaigher, 2014; Kada & Ravanis, 2016).

Selon les chercheurs qui ont étudié ces questions avec les élèves, nous pouvons distinguer une série des représentations et des obstacles persistants aux raisonnements des élèves :

- Le courant est "quelque chose", que les élèves appellent habituellement "courant", "électricité" ou "énergie" est stocké dans la pile au moment de sa création. Cette "chose" est transférée d'une pile à une ampoule en passant par un ou deux fils. Pour briller l'ampoule consomme cette entité.
- Souvent le courant électrique est représenté comme un fluide dont l'intensité diminue tout au long du circuit.

- La tension est considérée comme une propriété du "courant", indiquant sa "force".
- Certaines propriétés communes à l'électrostatique et l'électrocinétique sont traitées comme différentes.
- La construction de relations entre modèles qualitatifs et quantitatifs, les modèles macroscopiques avec des mécanismes sous-jacents microscopiques, est souvent difficile ou impossible.

En approchant la résolution du problème en électricité, Streveler et al. (2008) font valoir que la compréhension conceptuelle comprend aussi bien des connaissances sur les quantités (comme l'intensité du courant et la différence de potentielle) que la connaissance des relations entre ces quantités (par exemple la loi d'Ohm). Les élèves rencontrent dans leur itinéraire scolaire des lois physiques fonctionnelles formulées mathématiquement « la loi d'Ohm », et sont amenés à faire des analogies entre la proportionnalité en mathématiques et ces lois physiques. À cet égard, Malafouse et al. (2001) avaient interprété les difficultés des élèves en termes de rupture de rationalité entre les mathématiques et la physique au niveau de la dimensionnalité des nombres, du concept de proportionnalité et de la différence de nature des règles de validation.

Dans le contexte marocain, la loi d'Ohm est introduite dans l'enseignement scolaire dès la troisième année du secondaire collégial (14-16 ans). Cette loi donne lieu à des activités expérimentales permettant aux élèves non seulement de construire des circuits électriques et de mesurer des grandeurs physiques telles l'intensité, la tension, la puissance et l'énergie électrique ; mais aussi d'effectuer la modélisation inductive en vue d'aboutir à une relation fonctionnelle entre les grandeurs physiques à partir des résultats expérimentaux.

Les élèves souffrent généralement des blocages au niveau des problèmes d'électricité. Très souvent, les performances des élèves devant des problèmes de l'électricité ne sont généralement pas satisfaisantes. Ainsi, certaines questions peuvent être posées là-dessus:

- Pourquoi les performances des élèves en activités de résolution de problèmes sont-elles faibles? Peut-on attribuer cet échec à l'élève? À l'enseignant? Ou bien aux problèmes présentés?
- Qu'est-ce que les élèves ne comprenaient pas? Est-ce le sens de l'énoncé? Est-ce un problème de langage ou de représentation? S'agit-il d'un problème de prérequis?

Les difficultés des élèves en résolution de problèmes ne cessent d'interpeller les acteurs d'enseignement. Le contexte, les concepts scientifiques, la manière de présenter les données et de les ordonner sont d'éléments qui créent des difficultés aux élèves.

Pour plusieurs élèves, ces éléments s'apparentent à des obstacles insurmontables. D'où vient la problématique qui sous-tend le travail développé dans cet article qui s'articule d'une part autour de l'identification des difficultés des élèves à organiser leurs connaissances, à les mobiliser lors de la résolution d'un problème, et d'autre part autour de la recherche de certaines origines de ces difficultés.

3. Cadre conceptuel

Sans pour autant approfondir la discussion des connaissances, le cadre conceptuel passe en revue certaines compétences que les élèves pourraient mobiliser pour réaliser une tâche lors de la résolution d'un problème, avant de terminer par une discussion des difficultés rencontrées par les élèves lors de la résolution de problèmes en général, et dans l'électricité en particulier.

3.1. La résolution de problèmes sous l'éclairage des compétences

L'école connaît depuis plusieurs années une transformation caractérisée par l'évolution du système, centré sur la transmission des connaissances aux élèves « passifs », vers un système centré sur l'apprentissage où l'élève est considéré comme un acteur de la construction des savoirs. Il ne s'agit donc d'opposer « Transmettre » et « Apprendre », et encore moins « Connaissances » et « Compétences ». En effet, un élève compétent est celui qui est capable de réfléchir, de mobiliser des connaissances, de mettre en œuvre des démarches adaptées pour penser, résoudre un problème ou réaliser une tâche. Les connaissances et les compétences sont donc indissociablement liées à toute démarche d'apprentissage.

Les compétences en résolution de problèmes renvoient à la capacité d'un individu à s'engager dans un traitement cognitif pour comprendre et résoudre des problèmes, en l'absence de méthode de solution évidente ; ce qui inclut sa volonté de s'engager dans de telles situations pour exploiter tout son potentiel de citoyen constructif et réfléchi.

De point de vue pédagogique, la résolution de problèmes s'apparente à une tâche complexe dont la résolution amène l'élève à utiliser, en les articulant, des ressources internes (connaissances, capacités, etc.) et externes (documents, aides méthodologiques, protocoles, recherches, etc.). Cette tâche demande à l'élève de mettre en œuvre un ensemble de capacités et de compétences variées. Le tableau 1 propose une synthèse organisée mais non exhaustive de celles-ci (Noirfalise & Porte, 1990).

Tableau 1 : Synthèse organisée des compétences et des capacités associées

Compétence	Exemples de capacités associées
S'approprier le problème	<ul style="list-style-type: none"> • Faire un schéma modèle. • Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole. • Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées. • Relier le problème à une situation modèle connue.
Établir une stratégie de résolution (analyser)	<ul style="list-style-type: none"> • Décomposer le problème en des problèmes plus simples. • Commencer par une version simplifiée. • Expliciter la modélisation choisie (définition du système, ...). • Déterminer et énoncer les lois physiques qui seront utilisées.
Mettre en œuvre la stratégie (réaliser)	<ul style="list-style-type: none"> • Mener la démarche jusqu'au bout afin de répondre explicitement à la question posée. • Savoir mener efficacement les calculs analytiques et la traduction numérique. • Utiliser l'analyse dimensionnelle.
Avoir un regard critique sur les résultats obtenus (valider)	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que l'on a répondu à la question posée. • Vérifier la pertinence du résultat trouvé, notamment en comparant avec des estimations ou ordres de grandeurs connus. • Comparer le résultat obtenu avec celui d'une autre approche (mesure expérimentale donnée ou déduite d'un document joint, simulation numérique, ...). • Étudier des cas limites plus simples dont la solution est plus facilement vérifiable ou bien déjà connue.
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • Présenter la solution ou la rédiger en expliquant le raisonnement et les résultats.

La compétence «être autonome, faire preuve d'initiative», transversale et souvent mobilisée sur les activités de résolution de problèmes, participe à la définition du niveau de maîtrise d'autres compétences. On peut dégager quelques invariants concernant la résolution de problèmes où l'élève, confronté à une question précise, est amené à:

- prendre de décisions: sachant que les chemins de résolution sont multiples, la créativité, l'engagement et l'audace doivent être encouragés (compétence: être autonome, faire preuve d'initiative) ;
- articuler des données issues de son expérience personnelle, de ses acquis et de documents proposés. Les données utiles ne sont pas apportées par l'énoncé de manière séquentielle et locale, mais peuvent être regroupées au début ou à la fin

du document présentant la résolution de problème; il peut y avoir des données manquantes que l'élève devra identifier et dont il devra éventuellement estimer une valeur (compétences: s'approprier et analyser) ;

- schématiser, identifier et nommer des grandeurs, mobiliser des modèles, relevant de la physique, jugés pertinents pour faire des prévisions et/ou apporter des arguments (compétences: s'approprier et analyser) ;
- construire et mettre en œuvre une stratégie qui peut recourir à l'expérience (compétences: analyser et réaliser) ;
- rendre compte de ses travaux à l'écrit comme à l'oral, individuellement ou collectivement (communiquer);
- avoir un regard critique sur les résultats trouvés qui peuvent amener l'élève à reconsidérer sa démarche (valider).

3.1.1. Réussir une résolution de problème

Lors de son apprentissage, l'élève doit prendre conscience des caractéristiques de la démarche attendue afin d'adopter une posture d'engagement adaptée à la tâche à réaliser. Contrairement aux situations auxquelles il est souvent confronté, l'élève doit savoir que :

- les questions posées n'induisent pas a priori une démarche de résolution ;
- la réponse n'est ni évidente, ni immédiate, ni forcément précise et pas toujours unique (la réponse dépend du modèle choisi, l'utilisation d'un modèle plus élaboré ou la prise en compte de paramètres négligés dans un premier temps peuvent conduire à des réponses différentes) ;
- toute démarche cohérente, même si elle ne débouche pas sur un résultat abouti, sera évaluée positivement par le professeur.

3.1.2. Intérêts pédagogiques de la résolution de problèmes

La résolution de problèmes de physique de la part des élèves est une activité visant des intérêts pédagogiques suivants :

- *Raisonner à sa façon* : La stratégie de résolution n'est pas guidée et n'est pas unique ; chaque élève élabore un raisonnement personnel qui peut être différent des stratégies initialement envisagées par l'enseignant. Les élèves sortent ainsi du cadre d'un exercice classique à étapes imposées et peuvent contourner une difficulté en ayant recours à une stratégie alternative.
- *Se tromper pour progresser* : Pour élaborer une stratégie, l'enseignant doit permettre aux élèves de suivre des pistes non fructueuses et les amener à les améliorer en faisant évoluer la stratégie initialement adoptée. La possibilité

d'essayer «essai-erreur» est propice à la construction de savoirs mieux ancrés. L'erreur est ainsi source d'apprentissage.

- *Travailler autrement* : Quand les activités résolution de problèmes sont bien adaptées au niveau des connaissances requises, elles procurent une motivation supplémentaire aux élèves qui apprécient de travailler plus librement dans un cadre collaboratif. Les élèves sont plus actifs, ils échangent entre eux et prennent confiance dans des situations a priori déroutantes.

3.2. Difficultés des élèves lors de la résolution de problèmes

Plusieurs recherches ont été menées sur les difficultés que rencontrent les apprenants afin d'apprendre des concepts scientifiques lors des activités de résolution de problèmes en classe (Dumas-Carré et al., 1992; Papamichaël & Ravanis, 1993; Rozencwajg, 1997; Malafouse et al., 2001; Orange, 2005; Streveler et al., 2008; Mazouze, 2011; Ntalakoura & Ravanis, 2014 ; Mazouze & Lounis, 2015; Mazouze, 2016; Ouasri, 2016, 2017a, 2017b, 2017c, 2017d). Ces travaux permettent de cerner certaines origines des difficultés des élèves en résolution de problèmes de physique, à savoir :

- La compréhension défectueuse de consignes et certains mots par des élèves qui se lancent dans la réalisation des tâches sans faire de vérifications détaillées de ce qui leur est demandé.
- Le manque d'attention, de rigueur et d'investissement: certains élèves commettent des erreurs comme le changement de signe d'un nombre et l'oubli des unités, d'autres se lassent parfois très vite et n'abordent pas tous le problème.
- Le manque de prérequis chez des élèves n'ayant pas de compétences, en l'occurrence au niveau du calcul numérique.
- Le manque de stratégies et de réflexes logiques, pour les élèves (novices) n'ayant pas d'expériences en résolution de problèmes. Les élèves doivent réfléchir à une procédure permettant d'aboutir à la solution en mettant en relation les diverses informations retenues. Ce qui demande des élèves non seulement une mémorisation des diverses connaissances à utiliser mais aussi un aller-retour permanent entre ce qui leur est demandé et les informations dont ils disposent pour la résolution. De point de vue méthodologique, certains aspects sont à considérer pour la résolution faite par les élèves: avoir ou ne pas avoir de stratégie, posséder une stratégie et ne pas l'utiliser, et faire des choix sans rapport avec le problème posé.
- Le manque de représentations mentales: les élèves qui ne se représentent pas bien l'énoncé ne peuvent pas appréhender une telle situation, i.e. de quoi parle l'énoncé. Les élèves doivent se représenter non seulement la situation, mais

aussi la tâche à effectuer. La construction d'une représentation est liée à un moment important de la résolution de problèmes: le traitement des informations, le tri des données. Les élèves doivent interpréter les informations contenues dans l'énoncé et faire ensuite le lien entre les données et leurs connaissances.

- Le langage physique (difficultés d'ordre conceptuel) : le langage physique spécifique peut être un obstacle lors de la construction d'une représentation du problème. Certains termes ou expressions utilisés dans l'énoncé sont susceptibles de ne pas faire sens pour les élèves, et par conséquent être à l'origine d'erreurs. Beaucoup d'élèves semblent avoir des difficultés à assimiler le vocabulaire physique peu utilisé dans la langue courante. Ce sont des difficultés d'ordre conceptuel liées aux notions et principes mis en jeu dans la résolution d'un problème. La résolution des problèmes physiques demande non seulement l'acquisition de principes, mais aussi effectuer des activités cognitives dont l'enchaînement constitue le processus de résolution.

Pour pouvoir étudier ces difficultés, nous avons choisi de mener une recherche empirique sur des élèves du niveau « tronc commun » du secondaire qualifiant marocain en situation de résolution de problèmes. Dans cette étude, nous nous sommes limités à un problème type scolaire (fermé) que l'on a utilisé pour tester l'acquisition des élèves de certaines compétences.

4. Méthodologie

La présente étude vise à analyser les productions écrites des élèves marocains (16-17ans), de tronc commun du cycle secondaire qualifiant, en activités de résolution de problèmes d'électricité. Pour ce faire, nous avons divisé chaque question du problème en tâches susceptibles d'être réalisées par les élèves, et effectué par la suite un dénombrement des réponses des élèves selon les tâches réussites, échouées et non traitées. D'autre part, l'analyse des tâches est développée sous l'éclairage des certaines connaissances et compétences illustrées dans le tableau 1 (Noirfalise & Porte, 1990) en effectuant une classification de tâches selon que leur réponse requiert d'élèves la mobilisation de leurs connaissances et compétences « s'approprier », « analyser » et « réaliser ». La méthodologie adoptée consiste à définir la population cible, les méthodes d'investigation et les instruments de collecte de données.

4.1. Population cible

La population ciblée par notre recherche comporte 165 élèves de quatre classes de tronc commun scientifique appartenant à deux lycées de Rabat (Lycée Hassan II, Lycée

Moulay Youssef). Le choix de la population est basé sur l'importance des activités de résolution de problèmes pour les élèves de tronc commun, première année du cycle secondaire qualifiant, dans le cadre des évaluations continues et des examens de la fin d'année. L'appropriation et l'acquisition de certains concepts physiques par les élèves en résolution de problèmes est une autre motivation pour le choix de cette population.

4.2. Technique d'investigation et instruments

Pour pouvoir analyser les difficultés des élèves en résolution de problème d'électricité, nous procédons à :

- Identifier les difficultés rencontrées par les élèves lors de la résolution de problèmes par le biais d'un questionnaire.
- Analyser les productions écrites des élèves lors de résolution de problème d'électricité, par le biais d'une grille, en termes de tâches réussies, échoués et non traitées, et en relation avec certaines compétences nécessaires à la réalisation de différentes tâches du problème.

4.2.1. Questionnaire

Le questionnaire utilisé (Annexe 1) permet d'illustrer certaines difficultés rencontrées par les élèves en résolution des problèmes. Nous cherchons donc par ce questionnaire à valider ou invalider certaines hypothèses que nous avons émises dans la problématique. Le questionnaire renferme 11 questions portant généralement sur la résolution de problèmes. Les réponses apportées par les élèves sont regroupées en différentes catégories relatives soit à une même question soit à plusieurs questions ; ce qui permet d'identifier les cinq difficultés suivantes:

- Manque de prérequis (questions: 1, 2, 3, 4).
- Compréhension des consignes (question: 5).
- Difficultés d'ordre conceptuel: langage en physiques (question : 6).
- Difficultés en exploitation des lois et principes physique et mathématique (questions : 7, 8).
- Difficultés d'ordre méthodologique (question: 9).

Les résultats obtenus par ce questionnaire sont illustrés dans les tableaux 2-6. Les pourcentages calculés pour chaque catégorie de réponses sont caractéristiques des élèves ciblés par cette étude, et ne peuvent être généralisés à d'autres populations qu'avec précaution.

4.2.2. Analyse de tâches sous l'éclairage de compétences

L'analyse des tâches réalisées par les élèves, soumis à une activité de résolution de problème d'électricité, a été faite par une grille d'analyse de contenus (tableau 7), que nous avons construite selon les questions du problème, en considérant l'approche constructiviste (Ouasri, 2016, 2017a, 2017b, 2017c).

Pour ce faire, nous avons décomposé les questions du problème en tâches élémentaires (items) et analyser les productions des élèves sur la base de ces tâches. D'autre part, nous avons mis en relation les différentes tâches avec les compétences que pourraient développer les élèves lors de la résolution du problème proposé. La grille proposée vise à cerner certaines origines des difficultés des élèves de « tronc commun » en résolution de problème d'électricité. Le problème proposé (Annexe 2) porte sur les dipôles passif et actif.

5. Résultats, Analyse et Discussion

5.1. Questionnaire

Questions 1, 2, 3, 4 : Acquisition et prérequis

Le tableau 2 présente le pourcentage d'élèves et leurs niveaux d'acquisition des prérequis relatives aux questions 1, 2, 3 et 4.

Tableau 2 : Résultats relatifs à l'acquisition et les prérequis en pourcentage (%) d'élèves

Niveau d'acquisition	Très Bien	Bien	Moyen	Faible
Nombre moyen d'élèves	9	45	56	55
Pourcentage d'élèves (%)	5.5	27.3	33.9	33.3

On constate qu'une minorité d'élèves (5.5%) a pu acquérir avec un niveau très bien le cours avant de faire les problèmes, et qu'elle a aussi évoqué les prérequis nécessaires à la résolution de problèmes, toujours avec un niveau très bien. Pour ces questions, 27.3% des élèves manifestent un niveau d'acquisition bien, alors que les niveaux d'acquisition moyen et faible correspondent à des pourcentages relativement faible, mais comparables (33.3% et 33.9%). Ces résultats montrent qu'environ deux tiers d'élèves questionnés trouvent des difficultés aussi bien pour acquérir un cours que pour évoquer les prérequis lors de la résolution de problèmes. Cela est dû à diverses causes, y compris le manque des connaissances physiques de base chez les élèves qui, par ce fait, deviennent non intéressés à la matière de physique.

Question 5 : Compréhension des consignes

Le tableau 3 présente le pourcentage d'élèves concernant la compréhension de la consigne relevant de la question 5.

Tableau 3 : Résultats relatifs au problème de consigne en pourcentage (%) d'élèves

État de compréhension	Le plus souvent	Fréquemment	Rarement
Nombre d'élèves	71	45	49
Pourcentage d'élèves (%)	43	27.3	29.7

Ces résultats montrent qu'environ 30% d'élèves répondant par « rarement » ne semblent pas avoir de difficultés vis-vis l'abondance des données et consignes lors de la résolution de problèmes. Par ailleurs, la compréhension des consignes représente des difficultés pour les élèves ayant répondu par « fréquemment » et « le plus souvent ». Ceux-ci constituent au total plus de deux tiers de l'ensemble des élèves soumis au questionnaire. Ces difficultés pourraient avoir comme origines: le vocabulaire employé, la mauvaise lecture des informations et données des consignes, ainsi que le manque d'attention chez les élèves au cours de la lecture et l'utilisation des consignes.

Question 6 : Difficultés d'ordre conceptuel

Le tableau 4 présente le pourcentage d'élèves concernant les difficultés dans la compréhension des concepts scientifiques relevant de la question 6.

Tableau 4 : Résultats relatifs aux difficultés conceptuelles en pourcentage (%) d'élèves

État de difficulté	Le plus souvent	Fréquemment	Rarement
Nombre d'élèves	41	91	33
Pourcentage d'élèves (%)	24.8	55.2	20

Ce tableau montre que seul 20% d'élèves répondant par « rarement » n'éprouvent pas de difficultés dans la compréhension des concepts scientifiques lors de la résolution de problèmes. Le reste des élèves répondant par « fréquemment » et « le plus souvent » constitue une majorité qui a du mal à comprendre les concepts scientifiques intervenant dans la résolution de problèmes. Les difficultés des élèves à comprendre les concepts scientifiques sont en rapport avec la représentation que font ces élèves sur les concepts physiques abstraits et non touchés généralement en réalité des élèves. Aussi, les difficultés peuvent avoir comme origines l'existence parfois de chevauchements entre certains concepts physiques, par exemple entre l'intensité et tension, le générateur et récepteur, etc.....

Questions 7, 8 : Exploitation des principes physiques et lois mathématiques

Le tableau 5 présente le pourcentage d'élèves concernant les difficultés d'exploitation des principes physiques et lois mathématiques relevant des questions 7 et 8.

Tableau 5 : Résultats relatifs aux difficultés d'exploitation des principes physiques et lois mathématiques en pourcentage (%) d'élèves

Niveau de difficulté	Facile	Moyen	Difficile
Nombre moyen d'élèves	41	86	38
Pourcentage d'élèves (%)	24.9	52.1	23

Les résultats de ce tableau montrent que seul 24.9% d'élèves répondent par « facile » ; ces élèves semblent ne pas éprouver de difficultés dans l'exploitation des principes physiques et lois mathématiques lors de la résolution de problèmes. Les élèves ayant un niveau de difficultés moyen constituent environ 52% de l'ensemble des élèves questionnés ; le reste des élèves (23%) se disaient que l'exploitation des principes physiques est difficile lors de la résolution de problèmes. Les difficultés à utiliser ces principes par les élèves sont en lien avec la non compréhension de ces principes et lois symboliques, l'absence de compétences transversales (calcul mathématique, problème d'unités, signification d'un principe physique formulé mathématiquement, l'analogie entre grandeurs physiques et mathématiques, etc.....

Question 9 : Difficultés d'ordre méthodologique

Le tableau 6 présente le pourcentage d'élèves sur les difficultés d'ordre méthodologique relevant de la question 9.

Tableau 6 : Résultats relatifs aux difficultés d'ordre méthodologique en pourcentage (%) d'élèves

Niveau de maîtrise	Très Bien	Bien	Moyen	Faible
Nombre moyen d'élèves	8	33	47	77
Pourcentage d'élèves (%)	4.8	20	28.5	46.7

On constate que seul 4.8% d'élèves ayant répondu par « très bien » semblent n'avoir pas de difficultés méthodologiques lors de la résolution de problèmes, et que 20% d'élèves manifestent un niveau bien concernant l'appropriation de méthodologie et stratégies en résolution de problèmes. Le niveau d'acquisition moyen correspond à 28.5%, alors que le niveau faible (46.7%) est le plus important. Ces résultats montrent qu'environ trois quart d'élèves questionnés ont des difficultés à suivre une méthode ou une stratégie

pour pouvoir résoudre un problème. Ce constat peut être dû à diverses causes, y compris essentiellement le manque de représentations mentales, l'incapacité à élaborer des schémas de résolution reliant le point de départ et le but à atteindre lors de la résolution, et évidemment manque d'autonomie chez cette population d'élèves « novices ».

En conclusion de cette partie, nous pouvons dire que les réponses des élèves que nous avons accueillies par le questionnaire semblent confirmer différentes difficultés chez plusieurs élèves ; la plupart de ces difficultés ont été discutées dans le cadre conceptuel. Elles sont nombreuses et de différentes natures, i.e. ayant diverses causes qui entraînent des blocages et erreurs chez les élèves face à la résolution de problèmes.

Pour mieux étudier certaines des difficultés affichées par les élèves, nous procédons à l'analyse des productions écrites de ces élèves soumis à la résolution de problème d'électricité. L'analyse est effectuée en termes de tâches réalisées et sous l'éclairage de certaines compétences qui permettent aux élèves de réaliser ces tâches lors de la résolution de problèmes.

5.2. Analyse en termes de tâches

Nous avons décomposé les productions des élèves selon des unités simples, i.e. tâches (T1, T2...) à effectuer lors de la résolution de problème. Puis, nous avons identifié ces tâches selon que leur réussite nécessite une compétence « s'approprier », « analyser » et (ou) « réaliser ». Les résultats de l'analyse de différentes tâches sont donnés dans le tableau 7 pour le problème proposé (portant sur le dipôle actif et le dipôle passif).

Pour mieux analyser les tâches, nous avons transformé les données (réussite, échec et non traités) du tableau 7 en graphe à l'aide du logiciel Excel. La représentation en pourcentage (%) des élèves qui ont réussi, échoué et n'ont pas traité les tâches lors de la résolution du problème portant sur l'étude du dipôle actif et dipôle passif est donnée dans la figure 1.

La première question de ce problème correspond aux tâches T1 et T2. La première tâche a été réussie avec un score maximal, 100% (165 élèves sur 165), alors que la deuxième a été réalisée à 59.4% (98 élèves). On constate que tous les élèves ne trouvaient pas de difficultés pour déterminer la force électromotrice lorsque l'intensité électrique est nulle. Cette tâche est considérée comme étant simple et fait l'objet d'une application habituelle pour les élèves. Alors que la réussite des tâches T1 et T2 nécessite des élèves la mobilisation à la fois de leurs compétences « s'approprier », « analyser » et « réaliser ». Cela implique que tous les élèves ont pu mobiliser ces compétences permettant la réalisation de la première tâche, et que seulement 59.4% d'élèves a pu

mobiliser ce type de compétences pour venir au bout de la deuxième tâche portant sur la détermination de la résistance interne en faisant le calcul de la pente ($r = \Delta U/\Delta I$).

Les tâches T3 et T4 de la deuxième question visent à utiliser la relation caractéristique ($U_{PN} = E - rI$) et faire l'application numérique. La tâche T3 a été réussie avec un score important, soit 81.8% (135 élèves sur 165), alors que la tâche T4 a été réalisée à 56.4% (soit 93 élèves sur 165). Il se dégage que, même si la majorité des élèves a pu utiliser la dite relation, il y en a une partie qui trouvait de difficultés lors de l'application numérique. La réussite de la tâche T3 nécessite d'élèves la mobilisation de leurs compétences « s'approprier » et « analyser », alors que la tâche T3 nécessite la compétence « réaliser ». Ce qui signifie que le nombre des élèves diminue quand il s'agit de la mobilisation de la compétence « réaliser » un calcul numérique dont intervient certaines compétences mathématiques « transversales ».

Tableau 7: Résultats relatifs au problème d'électricité : étude du dipôle actif et dipôle passif (Avec S'app.: S'approprier, Ana.: Analyser, Réa. : Réaliser)

Q	Les tâches (Ti) à faire	Réussite	Échec	Non traités	Compétences		
					S'app.	Ana.	Réa.
1	T1: Déterminer la force électromotrice lorsque l'intensité électrique est nulle	165	0	0	*	*	*
	T2: Déterminer la résistance interne en faisant le calcul de la pente $r = \Delta U/\Delta I$	98	65	2	*	*	*
2	T3: Utiliser la relation caractéristique $U_{PN} = E - rI$	135	20	10	*	*	
	T4: Application Numérique	93	70	2			*
3	T5: Appliquer la loi d'additivité des tensions $U_{PN} = U_{AB} + U_S$	89	60	16	*	*	
	T6: Application Numérique	89	60	16			*
4	T7: Appliquer la loi d'Ohm $U_{AB} = R_1.I$	120	20	25	*	*	
	T8: Application Numérique	89	51	25			*
5	T9: Décrire l'effet du branchement de la diode à jonction dans le sens bloquant	36	0	129		*	
	T10: Utiliser la loi d'Ohm d'une résistance	77	0	88		*	
	T11: Utiliser la loi d'Ohm du générateur linéaire	51	0	114		*	
	T12: Déduire la valeur de la tension à la borne de la résistance	33	34	88			*
	T13: Déduire la valeur de la tension à la borne du générateur	33	15	117			*

Les tâches T3 et T4 de la deuxième question visent à utiliser la relation caractéristique ($U_{PN} = E - rI$) et faire l'application numérique. La tâche T3 a été réussie avec un score

important, soit 81.8% (135 élèves sur 165), alors que la tâche T4 a été réalisée à 56.4% (soit 93 élèves sur 165). Il se dégage que, même si la majorité des élèves a pu utiliser la dite relation, il y en a une partie qui trouvait de difficultés lors de l'application numérique. La réussite de la tâche T3 nécessite d'élèves la mobilisation de leurs compétences « s'approprier » et « analyser », alors que la tâche T3 nécessite la compétence « réaliser ». Ce qui signifie que le nombre des élèves diminue quand il s'agit de la mobilisation de la compétence « réaliser » un calcul numérique dont intervient certaines compétences mathématiques « transversales ».

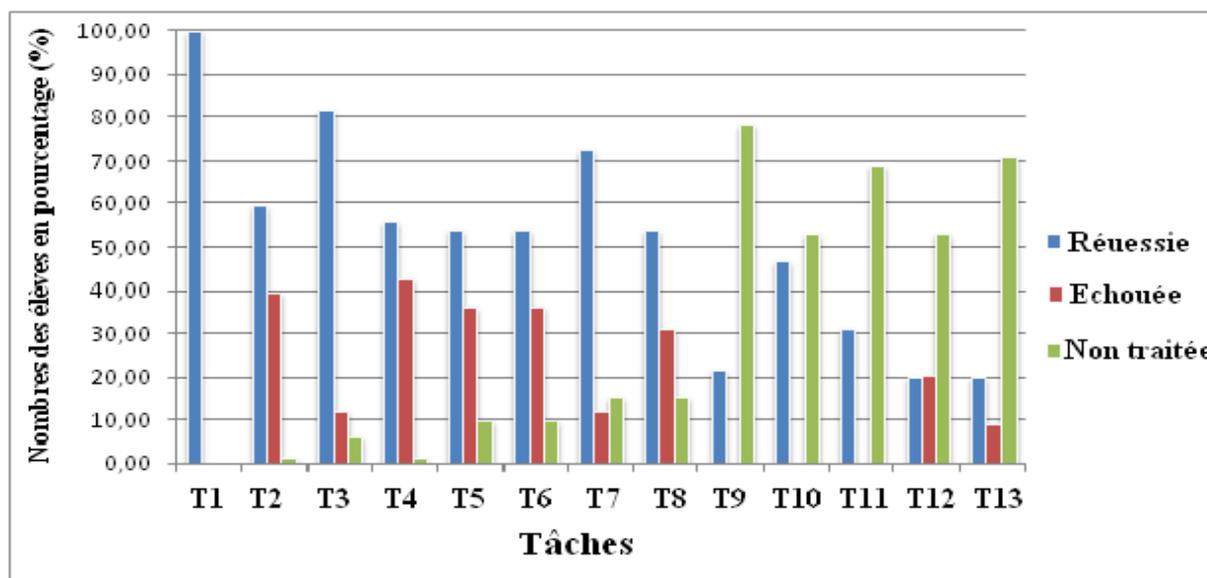


Figure 1 : Représentation en (%) des tâches réussies, échouées et non traitées concernant l'étude des dipôles actif et passif

La question 3 fait intervenir deux tâches : la tâche T5 visant à appliquer la loi d'additivité des tensions $U_{PN} = U_{AB} + U_s$ nécessite des élèves la mobilisation de leurs compétences « s'approprier » et « analyser », et la tâche T6 qui porte sur une application numérique ne nécessite que la compétence « réaliser ». Les tâches T5 et T6 ont été réussies avec un score moins important mais semblable, soit 53.9% (89 élèves). Et ce, même si la réussite de ces tâches demande des compétences différentes. Ceci peut être dû au fait que le calcul numérique dans le cas de la tâche T6 ne présente pas de difficultés pour les élèves contrairement à ce que nous avons constaté pour la tâche T4.

La question 4 correspond aux tâches T7 et T8 visant respectivement à appliquer la loi d'Ohm ($U_{AB} = R_1 \cdot I$) et faire l'application numérique qui lui est associé. La tâche T7 a été réussie avec un score relativement important, soit 72.7% (120 élèves), alors que la tâche T8 n'a été réalisée qu'avec un pourcentage de 35.9% (soit 89 élèves). La réussite de la tâche T7 nécessite des élèves la mobilisation des compétences « s'approprier » et

« analyser », et la réussite de la tâche T3 nécessite la compétence « réaliser ». Ainsi, le nombre d'élèves diminue quand il s'agit de la mobilisation de la compétence « réaliser » un calcul numérique faisant intervenir l'opération de la « multiplication » comme dans le cas de la tâche T4.

La question 5 vise à déterminer les nouvelles valeurs de tensions U'_{PN} et U'_{AB} quand les bornes de la diode sont inversés, elle correspond aux tâches T9, T10, T11, T12 et T13 qui nécessitent la compétence « analyser » ; ces tâches ont été réussies avec des pourcentages relativement faibles (inférieurs à 50%). Ce constat implique le nombre d'élèves à réussir les tâches relatives à la compétence « analyser » diminue remarquablement.

De cette analyse, se dégagent les conclusions suivantes :

- Les tâches allant de T1 jusqu'à T8 ont été réussies avec des pourcentages supérieurs de 53%, voir même 100% pour la première tâche. Cela peut être expliqué par le fait que :
 - ces tâches sont simples, directes et demandent des prérequis simples, et peu de réflexions mentales et stratégies; le cheminement de la résolution semble être assez simple.
 - les concepts, lois et principes utilisés dans la réalisation de ces tâches (les lois d'additivité des tensions, la loi d'ohm ...) sont simples à comprendre et même à appliquer.
- Les tâches de T9 à T13 ont été réalisées avec des pourcentages variant entre 20% et 47%, i.e. que la plupart des élèves n'ont pas pu réussir à accomplir ces tâches ; ce qui montre que les élèves ont des difficultés à résoudre la dernière question. Parmi ces difficultés, on cite :
 - la mauvaise compréhension de la consigne : les élèves ne comprennent pas la consigne d'une manière claire, ce qui les bloque à construire une stratégie de résolution de cette question implicite. Les élèves n'arrivent donc pas à mettre en relation les diverses informations retenues et les résultats obtenus dans les questions précédentes.
 - la non construction d'une représentation mentale: cette question comporte plusieurs tâches implicites et les élèves n'arrivent pas à en expliciter pour répondre à la question. Pour qu'ils réussissent cette question, les élèves doivent être en mesure d'appréhender l'effet du branchement de la diode à jonction dans le sens bloquant, d'utiliser la loi d'Ohm d'une résistance et aussi du générateur linéaire. Les élèves n'arrivent ni à trouver le point de départ pour accomplir les tâches implicites, ni à faire un lien entre l'énoncé de la question et ce qui leur est demandé de faire.

5.3. Analyse de tâches sous l'éclairage des connaissances et des compétences

La réussite d'une tâche par les élèves en résolution de problèmes dépend de la capacité à mobiliser leurs connaissances et leurs compétences. Une compétence est complètement acquise lorsque qu'on est en mesure de savoir pourquoi on fait les choses et comment les améliorer, ce qui correspond à la mise en place d'une attitude réflexive. Nous chercherons donc à étudier, par une activité réflexive, résolution de problème, utilisant les indicateurs de réussite, les compétences « s'approprier », « analyser » et « réaliser » chez les élèves. Ainsi, nous analysons les tâches réussies en rapport avec ces compétences que mobilisaient les élèves lors de la résolution du problème. Le tableau 8 représente le nombre total de compétences attribuées aux différentes tâches du problème, le nombre moyen d'élèves ayant validé chaque compétence, ainsi que le taux moyen de validation de ces compétences.

Le problème proposé aux élèves regroupe 13 tâches dont nous avons dénombré 5 tâches relatives à la compétence « s'approprier », 8 tâches à la compétence « Analyser », et 7 tâches à la compétence « Réaliser ». Dans ces résultats nous ne prenons en considération que les tâches réussies. La représentation de ces résultats est donnée dans la figure 2.

Tableau 8 : Pourcentage moyen de réussite des compétences « s'approprier », « analyser » et « réaliser » du problème d'électricité

Compétences	Nombre total de compétences	Nombre moyen d'élèves validant les compétences	Pourcentage moyen de réussite (%)
S'approprier	5	121.4	73,58
Analyser	8	96.4	58.42
Réaliser	7	85.7	51.94

Les résultats obtenus montrent que 20 compétences réparties sur les différentes tâches aient été réalisées au total, avec 5 « s'approprier », 8 « analyser » et 7 « réaliser ». Avec cette considération, on constate que les élèves ont pu réaliser un score de réussite moyen de 121.4/165 (soit 73.58%) pour les compétences type « s'approprier », de 96.42/165 (58.42 %) pour les compétences « analyser », et de 85.7/165 (51.94 %) pour les compétences « réaliser ». Ces résultats semblent être moyens étant donné que le problème proposé aux élèves est considéré comme étant simple, et construit de questions qui pouvaient guider les élèves lors de la résolution de ce problème. Les pourcentages de validation montrent que les élèves développent davantage la compétence « s'approprier » (73.58%) que les compétences « analyser » (58.42%) et « réaliser » (51.94 %) lors des activités de résolution de problèmes d'électricité, ce qui semble être prévu et normal.

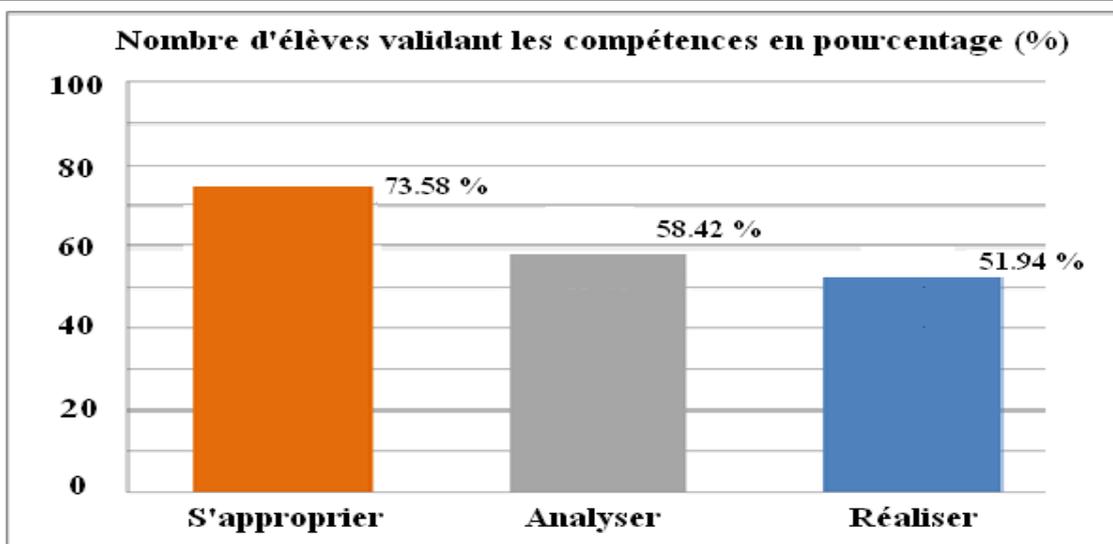


Figure 2 : Représentation des pourcentages des élèves ayant validé des compétences « s'approprier », « analyser » et « réaliser »

Concernant la compétence « s'approprier », le pourcentage de validation indique qu'une bonne partie d'élèves a pu faire un schéma modèle de résolution, identifier les grandeurs physiques avec leur symbole, et ainsi relier le problème à une situation modèle connue. Pour la compétence « analyser », le pourcentage de validation montre que plus que la moitié d'élèves a pu décomposer le problème en des tâches plus simples, expliciter la modélisation choisie (définition du système,...) et énoncer les lois physiques qui ont été utilisées. Ainsi ces élèves ont pu montrer des attitudes de raisonnement qui leur permettent de construire des stratégies de résolutions de problèmes. S'agissant de la compétence « réaliser », on constate que le taux de validation diminue pour atteindre environ 50%, i.e. que seule la moitié d'élèves a pu mener une démarche jusqu'au bout pour répondre explicitement aux questions posées en effectuant efficacement les calculs analytiques et la traduction numérique. Cela témoigne de certaines difficultés que rencontrent les élèves à développer ce type de compétences en électricité.

En fin, nous pouvons dire que plusieurs élèves n'ont pas réussi à valider l'ensemble de compétences étudiées ; ce qui se traduit par des blocages, erreurs et difficultés chez les élèves à réaliser certaines tâches relatives aux questions du problème, surtout les tâches supposées complexes, celles faisant intervenir les compétences « analyser » et « réaliser ».

Il est à noter que valider une compétence ne peut pas se faire par le seul biais du contrôle de la mémorisation des connaissances ou de la vérification d'un exercice ou d'un problème fermé; tout au mieux cela peut attester d'un niveau de maîtrise d'une capacité dans un contexte particulier de la classe. Tenant compte du triptyque

«connaissances-capacités-attitudes», la compétence ne se conçoit que dans la complexité d'une tâche. C'est ce contexte que propose la situation-problème.

En outre, certains élèves n'abordent pas toutes les questions du problème et abandonnent très vite la résolution ; ce qui peut être expliqué par plusieurs raisons que nous avons citées dans le cadre conceptuel, et que les élèves ont déclaré par le biais du questionnaire qui leur a été administré, à savoir :

- Difficultés d'ordre conceptuel qui se sont révélées par la non-compréhension des concepts, le langage scientifique et surtout physique, le manque de pré requis, etc...
- Difficultés à exploiter des lois et des principes physiques ayant trait aux mathématiques,
- Difficultés d'ordre méthodologique.
- Manque de représentations mentales ou l'incapacité à élaborer des schémas permettant d'aboutir à la résolution de problèmes proposés.
- Manque de stratégies et de réflexes logiques.

6. Conclusions

Sur le plan méthodologique, l'étude des difficultés des élèves marocains de tronc commun, première année de secondaire qualifiant, lors d'une activité de résolution de problèmes s'est appuyée d'une part sur l'analyse d'un questionnaire administré à ces élèves, et d'autre part sur l'analyse des productions écrites des apprenants en situation de résolution de problème d'électricité.

Les résultats obtenus du questionnaire ont mis en évidence que les élèves ont des difficultés à identifier les questions que l'on peut résoudre à partir d'un énoncé. Cela peut être dû à des difficultés de compréhension de l'énoncé ou à des difficultés de compréhension des questions et à associer les questions au sens et aux données de l'énoncé.

L'analyse des difficultés des élèves en électricité est effectuée en termes de compétences mobilisées de la part des élèves pour réussir différentes tâches relevant d'un problème portant sur les dipôles actif et passif. Les difficultés rencontrées par les élèves lors de la résolution de problème physique sont variées et ont des causes diverses. Les élèves ont réussi davantage à mobiliser des compétences « s'approprier » relatives à la loi d'Ohm des dipôles actif et passif. Quand on passe aux tâches relativement complexes qui nécessitent la mobilisation des compétences « analyser », et surtout « réaliser », le nombre d'élèves validant ces compétences est diminué.

La résolution de problèmes est pour la plupart des élèves une activité difficilement surmontable. Devant ce constat, il devient nécessaire de repenser notre pédagogie en s'orientant vers une pédagogie de la différenciation qui prend en compte les particularités de chaque élève.

Références

1. Allen, M., & Kambouri-Danos, M. (2016). Substantive conceptual development in preschool science: contemporary issues and future directions. *Early Child Development and Care*, 187(2), 181-191.
2. Başer, M., & Durmuş, S. (2010). The effectiveness of computer supported versus real laboratory inquiry learning environments on the understanding of direct current electricity among pre-service elementary school teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6, 47-61.
3. Başer, M., & Geban, Ö. (2007). Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of static electricity concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25, 243-267.
4. Boilevin J.-M. (2005). Enseigner la physique par situation-problème ou par problème ouvert. *Aster*, 40, 13-39.
5. Boilevin, J.-M., & Dumas-Carré, A. (2001). Un modèle d'activité de résolution de problèmes de physique en formation initiale d'enseignants. *Aster*, 32, 63-90.
6. Brun, J. (1999). La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives. *Revue Math-École*, 141, 2-15.
7. Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2013). Children's concepts of the shape and size of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 35(3), 388-446
8. Delserieys, A., Impedovo, M.-A., Fragkiadaki, G., & Kampeza, M. (2017). Using drawings to explore preschool children's ideas about shadow formation. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 11(1), 55-69.
9. Dumas-Carré, A., Goffard, M., & Gil-Perez, D. (1992). Difficultés des élèves liées aux différentes activités cognitives de résolution de problèmes. *Aster*, 14, 53-75.
10. Dumas-Carré A., & Goffard M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en Physique*. Paris : Armand Colin.
11. Dumas-Carré, A., & Gomas, L. (2001). Mise au point d'un instrument d'analyse de l'évolution des représentations du problème pendant la résolution de problèmes de mécanique en groupes. *Didaskalia*, 18,11-36.

12. Dupin, J.-J., & Johsua, S. (1985). Teaching Electricity: interactive evolution of representation, models and experiments in a class situation. In R. Duit, W. Jung & C. von Rhöneck (Eds), *Aspects of Understanding Electricity: The proceedings of an International Workshop* (pp. 331-341). Kiel: IPN.
13. Eylon, B. S., & Ganiel, U. (1990). Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electrodynamics in students' reasoning. *International Journal of Science Education*, 12(1), 79-94.
14. Fabre M. (1999). Situations-Problèmes et savoir scolaire. Paris: Presse Universitaire de France.
15. Fleck, S., & Hachet, M. (2016). Making tangible the intangible: hybridization of the real and the virtual to enhance learning of abstract phenomena. *Frontiers in ICT*, 3, 1-9.
16. Glauert, E. B. (2009). How young children understand electric circuits: prediction, explanation and exploration. *International Journal of Science Education*, 31, 1025-1047.
17. Gaigher, E. (2014) Questions about answers: probing teachers' awareness and planned remediation of learners' misconceptions about electric circuits. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2), 176-187.
18. Hart, C. (2008). Models in physics, models for physics learning, and why the distinction may matter in the case of electric circuits. *Research in Science Education*, 38, 529-544.
19. Jaakkola, T., Nurmi, S., & Veermans, K. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 71-93.
20. Kada, V. & Ravanis, K. (2016). Creating a simple electric circuit with children between the ages of five and six. *South African Journal of Education*, 36(2), 1-9.
21. Kambouri, M. (2011). Children's misconceptions and the teaching of early years Science: a case study. *Journal of Emergent Science*, 2(2), 7-16.
22. Kampeza, M., & Ravanis, K. (2009). Transforming the representations of preschool-age children regarding geophysical entities and physical geography. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 141-158.
23. Kampeza, M., Vellopoulou, A, Fragkiadaki, G. & Ravanis, K. (2016). The expansion thermometer in preschoolers' thinking. *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 185-193.
24. Koliopoulos, D. & Ravanis, K. (2001). Didactic implications resulting from students' ideas about energy: an approach to mechanical, thermal and electrical phenomena. *Themes in Education*, 2(2/3), 161-173.

25. Koumaras, P., Kariotoglou, P., & Psillos, D. (1994). Devons-nous utiliser des phénomènes évolutifs en introduction à l'étude de l'électricité? Le cas de la résistance. *Didaskalia*, 4, 107-120.
26. Koumaras, P., Kariotoglou, P., & Psillos, D. (1997). Causal structures and counter - intuitive experiments in electricity. *International Journal of Science Education*, 19(6), 617-630.
27. Küçüközer, H., & Kocakulah, S. (2007). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Turkish Science Education*, 4, 101-115.
28. Malafouse, D., Lerouge, A., & Dusseau, J-M. (2001). Etude 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.
29. Mazouze, B. (2011). Raisonnements et difficultés des élèves en résolution de problèmes de physique: cas des interférences mécaniques. *BUPPC*, 931, 221-241.
30. Mazouze, B. (2016). Des difficultés en résolution de problèmes de physique : quelles aides pour les élèves? *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), 258-268.
31. Mazouze, B. & Lounis, A. (2015). Résolution de problèmes et apprentissage des ondes : quels types de difficultés rencontrent les élèves ? *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(2), 25-40.
32. Noirfalise, N., & Porte, J. (1990). Résolution de problème en second cycle. *Repères*, 1, 51-67.
33. Ntalakoura, V., & Ravanis, K. (2014). Changing preschool children's representations of light: a scratch based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 191-200.
34. Orange, C. (2005). Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, 40, 3-11.
35. Ouasri, A. (2016). Study of the appropriation by pupils of second Baccalaureate year of knowledge objects relating to acide-bases titrations; *Chemistry: Bulgarian Journal of Sciences Education*, 25(6), 695-717.
36. Ouasri, A. (2017a). Analyse des difficultés des élèves de deuxième année Baccalauréat marocain en résolution de problèmes de Mécanique; *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 4(2), 39-57.
37. Ouasri, A. (2017b). Analyse des connaissances des de troisième année du collège marocain en activités de résolution de problèmes de l'électricité (loi d'Ohm, puissance et énergie électrique); *European Journal of Education Studies*, 3(7), 94-120.

38. Ouasri, A. (2017c). Study of Moroccan pupils' difficulties at second Baccalaureat year in solving chemistry problems relating to reactivity of ethanoate ions and to Copper-Aluminium cell; *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 737-748.
39. Ouasri, A. (2017d). Analyse des difficultés des élèves marocains de 15-16 ans en résolution de problèmes de mécanique (mouvement et repos, interactions mécaniques et forces, poids et masse). *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 11(2), in press.
40. Papamichaël, Y., & Ravanis, K. (1993). La compréhension de la notion du champ magnétique par les enseignants en formation de l'école primaire. *Revue de Recherches en Éducation: Spirale*, 10/11, 249-262.
41. Ravanis, K. (2005). Les Sciences Physiques à l'école maternelle: éléments théoriques d'un cadre sociocognitif pour la construction des connaissances et/ou le développement des activités didactiques. *International Review of Education*, 51(2/3), 201-218.
42. Ravanis, K. (2010). Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.
43. Rozenchwajg, P. (1997). Approche des différences individuelles dans la résolution de problèmes concernant des circuits électriques simples. *Didaskalia*, 10, 7-27.
44. Streveler, R. A., Litzinger, T. A., Miller, R. L., & Steif, P. S. (2008). Learning conceptual knowledge in the engineering sciences: Overview and future research directions. *Journal of Engineering Education*, 97, 279-294.
45. Weil-Barais, A. (1985). L'étude des connaissances des élèves comme préalable à l'action didactique. *Bulletin de Psychologie*, 368, 157-160.

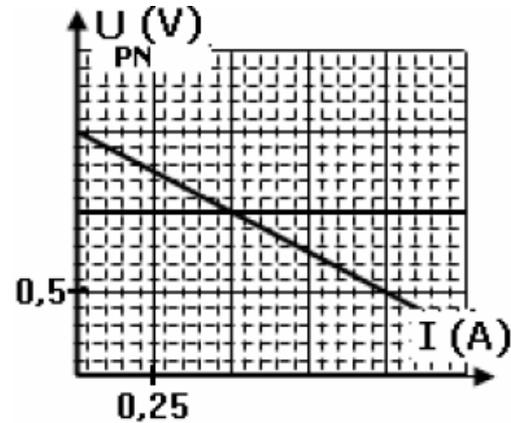
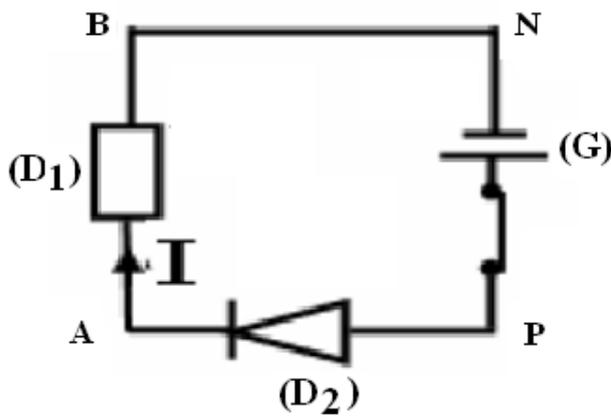
Annexes

Annexe 1 : Questionnaire sur les difficultés des élèves en activités de résolution de problèmes.

	1-Quelle est votre degré d'assimilation du cours avant de faire les exercices? Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Très Bien <input type="checkbox"/>
	2- Quelle est votre degré d'assimilation des énoncés des exercices? Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Très Bien <input type="checkbox"/>
	3-Lors de la résolution de problème, vous évoquez vos prérequis d'une façon : Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Très Bien <input type="checkbox"/>
	4- Comment il est votre assimilation des questions? Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Très Bien <input type="checkbox"/>
	5-L'abondance des données et consignes présente-elle des difficultés en résolution de problèmes? Le plus souvent <input type="checkbox"/> Fréquemment <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/>
	6-Trouvez-vous de difficultés dans la compréhension des concepts scientifiques Le plus souvent <input type="checkbox"/> Fréquemment <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/>
	7-Comment trouvez-vous les principes et les lois physiques? Facile <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Difficile <input type="checkbox"/>
	8-Comment utilisez et exploitez les principes et lois mathématiques dans la physique? Facile <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Difficile <input type="checkbox"/>
	9-Quelle est votre attitude à adopter la méthodologie et les stratégies de résolution des questions Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Très bien <input type="checkbox"/>

Annexe 2 : Problème sur le dipôle actif et le dipôle passif

Soit un générateur électrique (G) de force électromotrice E et de résistance interne r ; sa caractéristique $U_{PN}=f(I)$ représenté ci-contre.



1. Déterminer graphiquement E et r du générateur G .
2. On associe en série avec le générateur un conducteur Ohmique (D_1) de résistance R_1 , et une diode à jonction idéalisée (D_2) de tension de seuil $U_s=0,3V$ (voir le schéma) ; l'intensité du courant qui passe par le circuit $I= 200mA$
3. En appliquant la loi d'Ohm, montrer que la valeur de la tension entre les bornes du générateur est $U_{PN} =1,3V$.
4. Calculer la tension U_{AB} entre les bornes du (D_1)
5. Dédire la valeur de la résistance R_1
6. On inverse les bornes du diode (D_2) dans le circuit, trouver les nouvelles valeurs de U'_{PN} et U'_{AB}

Creative Commons licensing terms

Author(s) will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Education Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflicts of interest, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated into the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).