



HAL
open science

La conceptualisation du circuit électrique

Louise Jeanjean, Sophie Barais

► **To cite this version:**

Louise Jeanjean, Sophie Barais. La conceptualisation du circuit électrique. Education. 2015. dumas-01241001

HAL Id: dumas-01241001

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01241001>

Submitted on 9 Dec 2015

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

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

La conceptualisation du circuit électrique

Louise JEANJEAN – Sophie BARAIS

Sous la direction de

Philippe BRIAUD

**Master Métiers de l'Enseignement de l'Éducation et de la Formation
Mention Enseignement Premier Degré**

La conceptualisation du circuit électrique

Louise JEANJEAN – Sophie BARAIS

Sous la direction de

Philippe BRIAUD

Master Métiers de l'Enseignement de l'Éducation et de la Formation
Mention Enseignement Premier Degré

Table des matières

Remerciements.....	5
1. Introduction.....	6
2. Le cadre théorique.....	7
2.1 Les difficultés des élèves.....	7
2.1.1 La notion de conception.....	7
2.1.2 Les représentations initiales.....	9
2.2 La démarche d'investigation.....	12
2.2.1 Le rôle du questionnement porteur de sens.....	12
2.2.2 Le rapport au savoir intervient dans la démarche utilisée.....	13
2.2.3 Les pratiques langagières et l'importance de l'argumentation orale.....	14
3. Construction d'une séquence pour notre étude.....	16
3.1 Compétences visées au terme de la séquence.....	17
3.2 Démarche générale de construction de la séquence.....	18
3.3 La mise en projet et les liens entre les disciplines.....	20
3.4 Dispositifs mis en place pour valider ou non l'hypothèse de la conceptualisation du circuit électrique des élèves.....	21
4. Analyse et discussion.....	21
4.1 Analyse des conceptions initiales et finales de différents élèves.....	21
4.1.1 Contexte de recueil des représentations initiales.....	21
4.1.2 Cas de l'élève 1 (cf annexe deux).....	23
4.1.3 Cas de l'élève 2.....	24
4.1.4 Cas de l'élève 3.....	25
4.1.5 Cas de l'élève 4.....	25
4.1.6 Cas de l'élève 5.....	26
4.1.7 Cas de l'élève 6.....	29
4.1.8 Cas de l'élève 7.....	30
4.1.9 Cas de l'élève 8.....	31
4.1.10 Cas de l'élève 9.....	32
4.2 Les facteurs de l'évolution des conceptions.....	33
4.2.1 Des facteurs qui limitent cette évolution.....	33
4.2.2 Des facteurs qui aident cette évolution.....	37
4.3.1 Rôle de la cinquième séance.....	38
5. Conclusion.....	43
6. Bibliographie.....	46
Annexe un : La démarche d'investigation, La main à la pâte.....	48
Annexe deux : transcriptions des entretiens.....	49
1- Entretien de l'élève 1.....	49
2- Entretien de l'élève 2.....	51
3- Entretien de l'élève 3.....	53
4- Entretien de l'élève 4.....	56
5- Entretien de l'élève 5.....	58
6- Entretien de l'élève 6.....	61
7- Entretien de l'élève 7.....	63
8- Entretien de l'élève 8.....	65

9- Entretien de l'élève 9.....	68
Annexe trois : Séquence réalisée.....	70
Annexe quatre, cinq et six : exemples de plateaux de jeu.....	93
Annexe sept : attendu de réalisation des élèves	94
Annexe huit : fiche de préparation remaniée séance cinq.....	95
Annexe dix : affiches d'élèves lors de la mise en commun de la séance quatre	97

Remerciements

Je tiens à remercier les enfants qui ont participé à cette recherche, Monsieur Philippe Briaud, directeur de recherche, ainsi que Louise Jeanjean pour sa collaboration.

1. Introduction

Lors de ma première année de master, j'avais choisi de réaliser mon mémoire sur le travail du maître G, membre du réseau d'aides spécialisées aux élèves en difficulté. Cependant il m'est vite apparu que mon écrit n'était pas assez en lien avec le métier de professeur des écoles mais davantage avec celui du maître G, et par conséquent lacunaire vis à vis de ma professionnalisation.

Connaissant bien Louise Jeanjean, je savais qu'elle avait commencé à étudier la conceptualisation du circuit électrique chez les élèves de CM1 afin d'en faire son mémoire. Professeur des écoles d'une classe de CE2 à la rentrée 2014, elle s'est ensuite dirigée sur ce même thème, mais concernant des élèves de ce niveau pour que la mise en œuvre d'une séquence soit plus simple. Comme j'étais à la recherche d'un nouveau sujet de mémoire, Louise m'a proposé un travail en collaboration sur son sujet. N'étant pas une grande « scientifique », je ne connaissais quasiment rien sur ce thème, c'est pourquoi j'ai longuement hésité avant d'accepter de prendre part à cette recherche. Après réflexion j'ai réalisé à quel point ce travail pouvait être intéressant et professionnalisant. En effet c'est en étant confronté à des problèmes qui nous sont peu connus que l'on découvre et que l'on apprend le plus.

Contrairement à Louise, les notions d'électricité, de circuit électrique ... ne m'étaient pas du tout familières ; de mon souvenir en tant qu'élève j'en garde une idée de confusion et d'incompréhension. Ce sentiment dévalorisant m'a motivé à collaborer à cette recherche pour que, lorsque je serai professeur des écoles, je puisse donner à mes élèves le goût d'apprendre et les bonnes clés de l'apprentissage de la notion du circuit électrique. La démarche d'enseignement utilisée pour cette séquence (la démarche d'investigation) pouvant être réinvestie dans toutes les séquences relatives au domaine scientifique vues à l'école primaire, il est très intéressant d'en connaître le fonctionnement et de l'appliquer correctement pour que les élèves puissent faire évoluer leurs conceptions initiales et acquièrent ainsi le savoir concernant la notion.

Afin de pouvoir mener à bien ce mémoire j'ai dû me mettre à jour sur mes propres connaissances de la notion de circuit électrique. C'est en faisant ce travail que je me suis aperçu à quel point cet apprentissage est complexe et abstrait, et qu'il est par conséquent indispensable de fixer de bonnes bases en classe élémentaire deuxième année pour que les apprentissages des classes supérieures puissent être assimilés correctement et ne pas rester dans l'esprit des élèves comme un fonctionnement mystérieux comme il le fut longtemps pour moi.

2. Le cadre théorique

2.1 Les difficultés des élèves

Pour que les élèves arrivent à conceptualiser, il faut d'abord s'intéresser à leurs difficultés, qui vont être liées à leur représentation initiale.

2.1.1 La notion de conception

Tout d'abord, en cours élémentaire deuxième année, l'élève a environ huit ans et en est au stade des opérations concrètes : il a besoin d'objets manipulables, réels, concrets, d'un apport visuel, pour appréhender de nouvelles notions. Il lui est quand même possible de faire des hypothèses, mais uniquement en se basant sur des éléments concrets et non sur des idées abstraites, et en passant par l'expérience et par la manipulation pour les vérifier. L'élève peut ainsi construire une première représentation de la notion de circuit électrique. Cette notion n'est cependant pas évidente puisqu'elle renvoie à des concepts à la fois catégoriel et formel :

-catégoriel, car nous pouvons distinguer un circuit électrique à la vue puisqu'il comprend des composants électriques reconnaissables ;

-formel, car pour comprendre comment le circuit fonctionne réellement, il est nécessaire de faire appel à d'autres concepts : on parle de concept inter-relationnel. On peut montrer les effets d'un circuit, mais on ne peut pas se saisir de ces effets, tout comme pour ceux produits par le courant électrique. Ainsi, le concept d'énergie est étroitement lié à celui de courant électrique.

De plus, pour rester en accord avec la zone proximale de développement des élèves, on ne leur demande pas de comprendre le fonctionnement interne du circuit en relation avec l'intensité et le débit du générateur mais de « Réaliser des montages ou objets techniques comprenant des composants divers (vibreurs, moteurs, ampoules...) ».

Pour savoir comment les élèves vont réussir à conceptualiser une nouvelle notion, il faut, tout d'abord, s'intéresser à leurs représentations. C'est d'ailleurs ainsi que procède l'enseignant dans l'article « « Pile et ampoule » au CP : À quelles conditions fait-on des sciences ? » qui, en début de séance, prévoit de « prendre les représentations initiales des élèves en termes d'utilisation et de

vocabulaire », (Fourneau, J.-C, Hersant, M., Orange-Ravachol, D., 2006). De même, dans le dispositif didactique baptisé « ateliers scientifiques », les professeurs commencent par la présentation d'une fiche qui, d'une part, « interroge les élèves pour les inciter à faire le bilan de leurs connaissances antérieures, et d'autre part leur présente une sorte d'énigme à laquelle ils sont invités à trouver des solutions », (Saltiel, E. 2005). Cependant, l'analyse de cette fiche montre en fait que les paramètres sont trop restreints -le nombre de fils est déjà déterminé- pour que les élèves soient réellement en situation de recherche et laissent vraiment émerger leurs représentations initiales. Il est donc important de recueillir ces représentations, encore faut-il réellement mettre les élèves dans une situation adéquate sans les induire en aucune façon. De plus, les élèves prêtent une intention à l'enseignant, c'est le « contrat didactique » comme l'explique Brousseau. C'est pour cette raison que, dans le cas présent, ils vont chercher à utiliser le nombre de fils fournis. Il existe, en effet, dans toutes les situations didactiques, un contrat entre l'enseignant et l'élève qui va « déterminer explicitement pour une part, mais surtout implicitement, ce que chaque partenaire va avoir à charge de gérer ». Les élèves répondent donc en pensant à ce que leur enseignant attend. Pour déjouer le contrat didactique, il faut donc ruser avec les élèves pour qu'ils apprennent à répondre en pensant moins aux attentes de l'enseignant. On pourrait, par exemple, proposer trop de matériel aux élèves, ou des données inutiles.

De plus, les conceptions des élèves reposent sur des idées préalables qui sont plus ou moins structurées et qui peuvent être basées sur des préjugés, du vocabulaire de la vie courante qui n'a pas le même sens quand il est employé dans le domaine scientifique, des images véhiculées par les médias, des connaissances empiriques, ou encore, des connaissances antérieures. Les élèves vont remobiliser les savoirs déjà acquis pour assimiler, c'est-à-dire pour intégrer la totalité de l'information. Certains élèves ne vont, cependant, faire qu'accommoder, c'est à dire qu'ils ne vont pas réussir à faire fonctionner totalement la nouvelle connaissance, souvent parce que leurs conceptions initiales n'ont pas été suffisamment déconstruites. Ainsi, comme le rappelle l'article de Niedderer, H. & Schecker, H. : « L'apprentissage est considéré plus comme un développement ou un changement conceptuel que comme une accumulation d'éléments nouveaux », (Niedderer, H. & Schecker, H., 1992). L'apprentissage n'est donc pas une juxtaposition de connaissances. Les savoirs s'intègrent les uns aux autres suivant une progression en spirale allant du connu vers l'inconnu. D'après les travaux de Giordan et de De Vecchi, on peut définir la conception comme étant une connaissance sur un objet d'étude, une idée préalable, partagée, correcte ou erronée, résistante, récurrente qui a une forme de cohérence, de logique. Selon eux, ce « modèle explicatif organisé et cohérent » renvoie « aux éléments que l'élève va mobiliser directement pour expliquer, prévoir ou agir » (Giordan, A., De Vecchi, G., 1987). Les conceptions ne sont donc pas de simples erreurs

puisqu'elles sont fonctionnelles. Elles reposent sur des obstacles à l'apprentissage qui les expliquent et les stabilisent. Bachelard fait référence à un premier type d'obstacle, l'« obstacle épistémologique » qui vient se placer entre le désir de connaître et l'objet étudié et qui est lié à l'esprit scientifique lui-même, il est interne à l'acte de connaître. Pour qu'un élève comprenne, il s'agit alors « de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne. », (Bachelard, G., 1938). La façon dont un professeur construit son cours peut également constituer un obstacle, didactique cette fois. Il faut faire attention à tout ce qui pourrait entraîner une confusion dans l'esprit de l'élève, aussi bien au niveau du découpage des cours -certains savoirs doivent être vus en parallèle pour que l'élève fasse du lien-, qu'au niveau des expériences présentées -l'enseignant possède lui-même des conceptions erronées qu'il risque de transmettre aux élèves-. Les obstacles peuvent aussi être d'ordre idéologique, liés aux représentations sociales, aux croyances ou aux religions. Ainsi, l'enseignement doit passer par un changement conceptuel. Ce changement comporte plusieurs niveaux. Le principe fondamental consiste à « tenir compte des idées des élèves et de ce qu'ils comprennent dans toute situation d'enseignement et d'apprentissage », (Niedderer, H. & Schecker, H., 1992). On peut parler de niveau de repérage. Puis vient le niveau de fissuration ou de déstabilisation conceptuelle qui s'appuie sur un « conflit, réel ou potentiel ». Les élèves prennent alors conscience qu'ils ne pensent pas tous la même chose. Le niveau de franchissement intervient alors, l'élève prend conscience qu'il y a des incohérences dans son modèle et accepte un autre modèle. La conception initiale est remplacée avant d'être intériorisée. Cependant, « les élèves n'adoptent une nouvelle conception que s'ils peuvent se la représenter, autrement dit s'ils peuvent la comprendre », (Niedderer, H. & Schecker, H., 1992).

2.1.2 Les représentations initiales

Concernant les conceptions des élèves en électricité, les didacticiens ont montré que les élèves perçoivent le courant électrique comme un fluide qui circulerait dans le fil comme dans un tuyau. Ce fluide électrique qu'ils appellent « électricité » ou « courant électrique » serait, selon eux, stocké dans la pile. Il se déplacerait dans les fils et serait consommé par les récepteurs. Plusieurs conceptions apparaissent, (IUFM Grenoble, 2012) :

1- La conception unifilaire (allumage d'une ampoule à l'aide d'une pile)

Elle est schématiquement la suivante : pour qu'une lampe s'allume, un seul contact entre une zone de la pile (souvent le pôle +) et une zone de la lampe est nécessaire. Cependant, cette

conception ne se manifeste pas toujours aussi nettement, cela dépend de la situation proposée. Elle peut concerner la pile et la lampe à la fois, la pile seule ou la lampe seule. Cette représentation est sans doute la conséquence d'une analyse causale linéaire de la situation. Ce raisonnement se fonde sur le fait que les choses ne se produisent que dans un sens, il est caractéristique de la pensée commune qui s'oppose à la pensée scientifique. Ainsi, pour les enfants, la pile donne de l'électricité à la lampe». Elle peut aussi être issue de la vie quotidienne : quand on observe par exemple une lampe allumée posée sur un meuble « un seul fil semble apporter l'électricité » nécessaire à son allumage. L'analyse causale linéaire reste valide. Cette conception tend à évoluer lorsqu'intervient la prise de conscience de la nécessité de fermer le circuit.

2- La conception des courants antagonistes

Cette conception est fondée sur le fait que l'électricité va de la pile vers la lampe : un courant sort de la borne (+) de la pile et un autre courant, de la borne (-). L'allumage de la lampe résulte de l'interaction entre ces deux courants. On peut remarquer que l'analyse causale linéaire reste valide : la pile donne de l'électricité, mais cette dernière emprunte deux chemins. Ce modèle évolue lorsque intervient la prise de conscience de l'existence d'éléments polarisés, c'est à dire qui ne se comportent pas de la même façon selon le sens de branchement (moteur, vibreur, diode électroluminescente).

Ces deux conceptions sont rarement dépassées en cours élémentaire deuxième année. C'est pourquoi, il est très important de faire des évaluations diagnostiques en début de séquence, afin de connaître les représentations des élèves, pour ensuite les dépasser. Ce travail sert d'ailleurs à préparer les élèves, pour qu'en cours moyen première année, ils puissent distinguer le circuit en série du circuit en dérivation, et ce, en mettant en évidence les propriétés de ces deux types de circuit. Au fur et à mesure de leur progression dans le cycle trois, et ce, en tenant compte de leurs capacités cognitives, les élèves vont, en effet, être capables de modéliser. Les modèles construits sont une simplification de la réalité. Ils n'ont qu'un certain domaine de validité, puisqu'ils sont adaptés à un champ expérimental donné. Les élèves seront ensuite en mesure de prédire une situation physique à partir d'un modèle.

3 – La conception de l'usure du courant

- Le courant sort de la pile et y retourne après avoir parcouru le circuit dans un sens défini. Cette proposition est conforme au modèle que l'on veut enseigner.

- Il s'use partiellement au passage d'un récepteur, ce qui n'est pas conforme au modèle de la physique.
- La pile est un réservoir d'électricité (de courant), ce qui n'est pas conforme au modèle de la physique (la pile étant considérée comme un générateur de tension en physique).

Il apparaît ici que les élèves n'arrivent pas à raisonner sur les deux grandeurs en jeu : les grandeurs de courant et de transfert d'énergie. C'est avec le raisonnement systémique que l'élève réussira à percevoir toutes les grandeurs qui entrent en jeux. Ce changement de raisonnement pour l'élève constitue en fait un changement de paradigme (Kuhn, T., 1970), soit un changement radical et profond qui demande du temps, du travail et de la réflexion. Pour pouvoir raisonner sur ces deux grandeurs, il faut que les élèves sachent que l'utilisation d'une source d'énergie est nécessaire pour chauffer, éclairer, mettre en mouvement. En particulier, « le fonctionnement permanent d'un objet technique requiert une alimentation en énergie (pile, secteur, activité musculaire, combustible). Sans ces connaissances, les élèves ont du mal à surmonter l'idée que le courant électrique est produit sans rien consommer, ce qui donne lieu à des représentations comme l'eau qui se « transforme » en courant électrique dans les centrales hydrauliques ou les prises de courant « qui donnent du courant » dès qu'elles sont installées dans une pièce, sans même être reliées au réseau EDF... L'électricité est alors comprise comme pouvant être stockée, ce qui est exceptionnellement le cas. », (Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche Direction de l'enseignement scolaire, 2002).

De plus, certaines difficultés des élèves proviennent des liens avec le vocabulaire usuel. Le mot « courant » est, en effet, employé dans de nombreux sens : on l'utilise en tant qu'adjectif qualificatif (une situation courante), comme verbe (en courant, je suis tombé), ou encore comme nom (courant d'eau, courant d'air...). Tous ces sens n'aident pas l'élève à se construire une bonne représentation du courant électrique. L'élève doit d'abord concevoir la polysémie du mot « courant » pour ensuite pouvoir relier un sens à un contexte d'utilisation. Le mot « conducteur » peut aussi poser un problème à l'élève, car il peut désigner le conducteur d'un véhicule. Il peut également faire référence au « fil conducteur » d'une histoire. Le concept même de conducteur électrique est difficile à mettre en place quand on pense à la phrase « éteins la lumière », alors qu'en termes de physique, le courant circule lorsque le circuit électrique est fermé. Pour éteindre la lumière il faut, en termes de physique, ouvrir le circuit (Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche Direction de l'enseignement scolaire, 2002). Pour éviter des difficultés supplémentaires, on utilisera le mot « borne » plutôt que le mot « pôle » qui pourrait être confondu avec les pôles géographiques et les pôles d'un aimant. On dit souvent aussi d'une lampe qu'elle « consomme » ce

qui peut conforter les enfants dans leur conception unifilaire : le courant électrique serait consommé par la lampe ; ou dans leur conception de l'usure du courant : le courant entrant étant moins élevé que le courant sortant du générateur.

2.2 La démarche d'investigation

2.2.1 Le rôle du questionnement porteur de sens

Par ailleurs, à travers nos lectures (voir bibliographie) et les enseignements que nous ont dispensés nos professeurs de l'École Supérieure du Professorat et de l'Éducation, nous avons compris qu'il est important que l'apprentissage soit porteur de sens pour les élèves. Si les élèves n'y voient pas d'intérêt, ils ne seront pas engagés dans l'apprentissage. En effet, comme l'évoque J-J Rousseau : « on n'apprend bien que ce qui répond aux questions que l'on se pose ». Le savoir doit devenir un outil et non plus un obstacle. Les concepts scientifiques sont des réponses à des problèmes, ils sont généralisables. L'école doit servir à les théoriser pour que l'élève puisse les réinvestir dans la vie courante. Les visées des problèmes de la vie courante et des problèmes scientifiques ne sont cependant pas les mêmes. Les premiers sont orientés sur l'efficacité et la réussite tandis que les seconds appellent une explication rationnelle, (Fourneau, J.-C, Hersant, M., Orange-Ravachol, D., 2006).

À l'école, l'élève ne doit pas seulement réussir à effectuer la tâche demandée. Il faut qu'il soit capable d'explicitier cette réussite, en termes de condition ou de fonctionnement (Piaget, J., 1974). Néanmoins, cette explication ne va pas d'elle-même. L'élève doit, en effet, réussir à se détacher de la pensée commune, de l'expérience commune (Bachelard, G., 1938), ce qui revient souvent à se détacher du raisonnement linéaire causal. D'après les conceptions décrites ci-dessus, on comprend que ce détachement est laborieux : c'est la démarche utilisée qui va le rendre possible.

Dans l'enseignement des sciences, la démarche préconisée par la main à la pâte est appelée démarche d'investigation (cf annexe 1). Elle permet aux élèves de décrire et de comprendre le réel. À travers elle, les élèves s'inscrivent dans la construction d'une méthodologie de recherche scientifique. Cette démarche consiste à ne pas « enseigner uniquement les résultats de la science mais à permettre aux enfants de construire les connaissances souhaitées ». Les enfants sont ainsi amenés à « exprimer leurs idées », « expliciter leur raisonnement », « tester leurs hypothèses » et « chercher à être rigoureux », (Saltiel, E., 2005). Elle est fondée sur le questionnement. Ce dernier s'appuie sur une investigation menée par les élèves et guidée par l'enseignant, il vise l'acquisition de

compétences. En suivant cette démarche, les élèves vont pouvoir déconstruire leur représentation initiale. Cette émergence des conceptions a deux rôles : l'enseignant s'en sert pour prendre en compte les connaissances et les habiletés des élèves à un temps donné afin d'être capable d'adapter son enseignement à leurs besoins et elle sert de base aux élèves pour qu'ils s'expriment en faisant entendre leur point de vue au cours d'un débat. La déconstruction des représentations passe, en effet, par l'interaction élève-élève, mais aussi par celle maître-élève. Cette démarche est qualifiée de socio-constructiviste puisqu'elle est fondée sur le débat avec d'autres élèves ce qui va permettre de remettre en cause les représentations de l'élève. C'est ce que Vygotsky, Doise, Mugny et Perret-Clermont appellent le conflit socio-cognitif. L'individu apprend par ses actions sur le milieu, mais aussi par les interactions avec les autres. Ainsi, la recherche de solutions par un élève se trouve davantage renforcée quand cet élève se rend compte que ses camarades ne sont pas d'accord avec lui. Certaines limites sont, cependant, présentées par Joshua et Dupin. Par exemple, lorsque les conflits socio-cognitifs sont « brefs » ou lorsque « les stades où les dits conflits [pouvant] être significatifs aux yeux des élèves » ne sont pas atteints. Ils mettent également en évidence le « caractère fragile des changements » (Joshua, S., Dupin, J.J., 1993). La confrontation entre pairs ne suffit donc pas, une « double confrontation, psycho-sociale d'un côté (par le débat entre pairs) et pratique de l'autre (à l'aide d'expériences-test) » est nécessaire. « Ce type de démarche hypothéticodéductive pourrait être une transposition didactique du «débat scientifique» propre aux communautés savantes » (Joshua, S., Dupin, J.J., 1989).

2.2.2 Le rapport au savoir intervient dans la démarche utilisée

Cependant, comme le montre l'article « Pile et Ampoule », au cours préparatoire, les conceptions qu'ont les enseignants du fonctionnement de la science et du savoir scientifique influencent le type d'activités scientifiques qu'ils font pratiquer à leurs élèves, (Fourneau, J.-C., Hersant, M., Orange-Ravachol, D., 2006). Certains enseignants vont penser pratiquer une démarche rigoureusement scientifique, alors qu'il s'agira, en fait, d'une démarche remise en cause par le monde de la science. On distingue deux conceptions : l'une, qualifiée d'empiriste met l'accent sur le « concret » ou sur le « réel », et oriente les élèves dans l'univers du quotidien en négligeant le problème explicatif. Elle valorise les expériences, les manipulations, les observations et tout se passe comme si les théories découlaient naturellement de cette confrontation au « réel », ce qui est faux puisqu'une loi ne se généralise pas à partir d'un fait. Des élèves, qui hésitent déjà dans ce qu'ils doivent apprendre, ne sauront ni expliquer, ni comprendre, ni interpréter un phénomène seulement à

partir de l'observation d'une expérience. L'autre, qui est une conception constructiviste, s'appuie davantage sur la pratique de recherche des scientifiques, puisqu'en plus de l'observation et de l'expérimentation, elle laisse la place aux problèmes explicatifs, aux idées explicatives et aux situations de débats. F. Jacob écrit à ce propos que « la démarche scientifique confronte sans relâche ce qui pourrait être et ce qui est. C'est le moyen de construire une représentation du monde toujours plus proche de ce que nous appelons « la réalité » », (Jacob, F., 1992).

Ainsi, il est bon de s'interroger sur les conceptions que nous avons et aussi sur le rapport que nous entretenons avec le savoir. Si l'enseignant se place comme détenteur du savoir, l'enfant sait qu'il obtiendra réponse à tout grâce aux livres ou grâce à son professeur. Néanmoins, dans le monde réel, un problème n'est pas toujours lié à une solution. Dans le cadre de la recherche en médecine notamment, de nombreuses maladies n'ont pas de remède. Le rapport au savoir est la capacité de l'enfant à appréhender le monde extérieur. Il est donc important que le professeur se place en médiateur du savoir et que les élèves en prennent conscience. (Barth, B-M., 2013). La démarche d'investigation permet aux enfants de s'approprier le savoir par eux-mêmes, ce qui est donc un grand pas vers l'autonomie. Nous pouvons aussi remarquer, que le professeur ne se place pas toujours de la même façon par rapport au savoir suivant ses propres compétences vis à vis des différentes disciplines. Généralement, moins un enseignant éprouve de difficulté par rapport à une discipline donnée, moins il a peur de l'imprévu et plus il laisse ses élèves construire le cours. Dans le cas inverse, il va avoir tendance à faire un cours plus transmissif. En sciences, les savoirs sont les solutions des problèmes explicatifs : un enseignant qui en a conscience visera donc à ce que ses élèves comprennent pourquoi ils ont réussi une expérience. Cette compréhension est elle-même liée au développement de l'explication.

2.2.3 Les pratiques langagières et l'importance de l'argumentation orale

La démarche d'investigation de la main à la pâte préconise de partir d'hypothèses, de vérifier leur validité ou non et de confronter les hypothèses entre elles. Cette confrontation a souvent lieu sous forme de débat pendant lequel les élèves vont pouvoir développer leur argumentation. Pendant ce temps, l'enseignant n'exprime pas son point de vue, « il sert le plus souvent d'arbitre ou d'impulseur du débat », (Soudani, M. & Soudani, O., 2005). Le débat doit, en effet, concerner le groupe classe et en aucun cas n'être qu'un rapport bilatéral professeur-élève. Le rôle de l'enseignant est de modérer le débat et non pas de se poser en expert (Weisser, M., Masclet, E., & Rémigy, M.-J., 2003). Il évite les malentendus, et régule le débat pour participer indirectement à la construction du savoir. Cependant, certains élèves peuvent considérer qu'ils ont produit ce que l'on attendait d'eux,

ce qui peut rendre la confrontation peu utile et même difficile à gérer pour l'enseignant. Le débat doit donc être interactif afin que les élèves ne soient pas passifs. En outre, ce débat est primordial pour les élèves qui fuient le conflit socio-cognitif. Ces élèves peuvent parfois trouver des explications aberrantes à l'expérimentation s'il y a une tension trop importante avec leur conception initiale.

De plus, les erreurs commises par les élèves servent de point d'appui dans l'évolution du débat. Cependant, pour que les élèves puissent travailler leur argumentation orale, il est souvent constructif qu'ils prennent appui sur l'écrit. Pour intégrer le langage en sciences, il est en effet important d'« abandonner l'idée qu'écrire, c'est simplement traduire sa pensée pour la communiquer », (Revaz, N., 2003) L'écrit peut, au contraire, permettre de structurer et de construire sa pensée. Il est un « processus d'accès au savoir ». Deux types d'écrits doivent être introduits au cours d'une séance de sciences, les écrits d'investigation qui sont élaborés au moment où le savoir se construit comme des schémas provisoires, des brouillons, etc, ainsi que les écrits d'exposition qui sont rédigés au terme d'un travail et qui répondent à des normes précises tels que les comptes rendus, les résumés, etc. Les écrits d'investigation appelés aussi écrits de travail aident à la problématisation, ils « permettent des échanges critiques entre les élèves » qui les font évoluer (Revaz, N., 2003). Ils sont donc très utiles pour construire une argumentation orale. En prenant en compte ces deux types d'écrit, certes, le temps passé sera plus important, mais le rendement didactique n'en sera que meilleur : les élèves comprendront mieux. Ils seront alors capables d'expliquer en raisonnant et non pas en utilisant des arguments d'autorité, pourquoi telle idée sur un circuit en série ou en dérivation est non pas fausse, mais impossible (Revaz, N., 2003)

L'argumentation intervient cependant à plusieurs moments pendant le cours, et n'a donc pas tout le temps le même statut. Les interactions orales langagières entre pairs doivent intervenir à des moments clés du processus d'apprentissage (Weisser, M., Masclet, E., & Rémy, M.-J., 2003). Elles peuvent ainsi intervenir d'abord pour clarifier et regrouper les hypothèses à vérifier en ouvrant sur une problématique et ensuite, pour interpréter les informations prélevées par rapport aux hypothèses initiales. Les élèves doivent alors s'accorder sur une solution ce qui ferme momentanément ou définitivement la problématique. Au cours de ces situations d'interactions orales, « les élèves énoncent des idées auxquelles aucun n'avait fait référence au cours des phases précédentes d'écriture ou de manipulation », en ce sens, elles font progresser le savoir commun (Weisser, M., Masclet, E., & Rémy, M.-J., 2003).

Cette deuxième phase de débat débouche sur une institutionnalisation, qui est une co-construction entre le maître et les élèves, dont le but est aussi d'utiliser un vocabulaire scientifique approprié. Cette institutionnalisation permet également à l'enseignant de voir si les élèves sont

capables de répondre à la question productive qui leur a été posée : en ce sens, c'est une sorte d'évaluation formative.

Certains mots comme « circuit » peuvent déjà avoir été vus ultérieurement. Le débat permettra donc aux élèves de réemployer ces termes et de se les approprier « avec plus ou moins d'extensions de sens » (Soudani, M. & Soudani, O., 2005). En effet, le réemploi des mots sert de passage d'un vocabulaire passif à un vocabulaire actif, c'est à dire d'un vocabulaire de réception que l'on comprend, mais qu'on ne sait pas forcément utiliser, à un vocabulaire qu'on est capable de mobiliser en contexte. D'autres mots tels que « en série » ou « en dérivation » « constituent un véritable objet d'apprentissage » (Soudani, M. & Soudani, O., 2005). Pour que les élèves les acquièrent et comprennent le concept qui leur est sous-jacent, il est alors nécessaire de prolonger la séance pour appliquer la nouvelle notion lors des exercices d'entraînement.

3. Construction d'une séquence pour notre étude

En tenant compte de tout ce qui a été évoqué précédemment, nous avons conçu une séquence en électricité. Les conditions de nos stages nous ont conduites à changer de niveau de classe. Cette séquence, conçue pour une classe de cours élémentaire deuxième année, est donc basée sur les circuits électriques alimentés par des piles et non plus sur la différence entre circuit en série et circuit en dérivation. Nous avons aussi abordé les règles de sécurité et les dangers de l'électricité. Nous pensons, en effet, qu'il est très important de faire de la prévention contre les dangers de l'électricité au sein de cette séquence, afin que les enfants soient conscients que les expériences effectuées dans la classe ne peuvent être reproduites chez eux avec une prise électrique à la place d'une pile, par exemple. Nous avons imaginé une longue séquence, car nous évitons, par ailleurs, « la didactique en archipel » peut recommandée par le rapport du Conseil Supérieur des Programmes (Inspection générale de l'éducation nationale, 2013). Cette « didactique en archipel » fragmentée et éphémère qui se fonde sur les apprentissages uniquement, doit laisser place à un enseignement continu et efficace basé sur les compétences et qui fonctionne en séquences. Une séquence durable laisse la possibilité aux élèves de déconstruire leurs conceptions pour en reconstruire de nouvelles qui resteront ancrées dans leur esprit pour les années à venir. Ceci ne pourrait avoir lieu dans une séquence de trois séances uniquement, par exemple. Notre séquence comporte donc neuf séances qui s'articulent pour répondre aux compétences des progressions de 2012, (Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative, 2012). La dernière séance est une évaluation sommative qui permet de mesurer l'acquisition partielle ou totale des

compétences attendues.

3.1 Compétences visées au terme de la séquence

Les compétences travaillées sont les suivantes :

- Avoir des notions sur la sécurité dans l'usage de l'électricité au quotidien et savoir que le passage de l'électricité dans le corps humain présente des dangers qui peuvent être mortels.
- Distinguer l'électricité de la pile et celle délivrée par le secteur.
- Analyser le fonctionnement de différents objets techniques de la vie quotidienne (lampes de poche, jouets à pile...).
- Effectuer une première distinction entre conducteurs et isolants électriques. Le détecteur de courant sera ici une lampe adaptée à une pile usuelle.
- Réaliser des montages ou objets techniques comprenant des composants divers (vibreurs, moteurs, ampoules...).
- Construire une première représentation de la notion de circuit électrique : savoir qu'un circuit est constitué d'une pile avec entre ses deux bornes une chaîne continue et fermée de composants et de conducteurs. Savoir que si cette chaîne est rompue, les composants ne fonctionnent plus.
- Vocabulaire abordé : circuit électrique, lampe, interrupteur, conducteur, isolant, pile, bornes.

Le vocabulaire à acquérir fait aussi parti des compétences. En sciences, en effet, il convient de conserver trois grands objectifs, à savoir l'acquisition de connaissances, la pratique de la démarche d'investigation, mais aussi la construction de la maîtrise de la langue. Il est important de travailler de pair la maîtrise de la langue et les sciences. Cela permet, tout d'abord, de donner plus de sens à l'apprentissage de listes de mots qui feront l'objet de dictée, par exemple, et ainsi de motiver davantage les élèves. Le fait de lier, de plus, ces deux disciplines permet un éclairage différent sur l'une et l'autre, et renforce les apprentissages : ce qui sera appris en sciences aidera à l'apprentissage du français et inversement.

Des compétences du socle commun de connaissances, de compétences et de culture sont également visées au terme de cette séquence :

1) Pratiquer une démarche scientifique ou technologique :

- Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner.
- Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter, mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions.

2) Faire preuve d'initiative :

- S'impliquer dans un projet individuel ou collectif.

3) Dire :

- Prendre part à un dialogue : prendre la parole devant les autres, écouter autrui, formuler et justifier un point de vue.

3.2 Démarche générale de construction de la séquence

Nous avons ciblé des objectifs pour chaque séance. Ces séances sont presque toutes construites sur un même canevas, qui respecte la démarche d'investigation. Les séances débutent par une situation d'entrée, qui pousse les élèves à se questionner et à éveiller leur curiosité, et qui débouche sur la formulation, en collectif, d'un problème à résoudre. Lors de chaque séance, les problèmes sont formulés par les élèves avec l'aide de l'enseignant sous forme de questions productives du type : « Comment allumer une lampe qui est loin de la pile ? » (cf annexe trois). Cette question aide les élèves à orienter leurs recherches au cours de la séance.

Les élèves sont alors amenés à y répondre individuellement d'abord pour que tous puissent s'exprimer, ce qui permet l'émergence de leurs conceptions initiales. Il s'agit donc d'évaluations diagnostiques, puisqu'elles permettent à l'enseignant d'évaluer les connaissances et les habiletés des élèves à un temps donné afin d'être capable d'adapter son enseignement à leurs besoins. Nous espérons, en faisant d'abord réfléchir nos élèves séparément, éviter les effets de leaders de groupe, et permettre à chacun de chercher à se faire sa propre idée du problème posé. Pendant ces phases de recherches individuelles, nous fournissons aux élèves des images de pile, et de lampe (nous les laissons dessiner les fils), afin qu'ils ne perdent pas de temps à vouloir faire un dessin de pile (cf annexe neuf) très ressemblant à la réalité, au détriment de la recherche de la réponse à la question productive. La schématisation n'est pas l'objectif poursuivi, car c'est en cours moyen première année que les élèves apprendront à représenter seulement les traits caractéristiques des composants électriques pour faire un schéma (Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative, 2012). Nous précisons aussi aux élèves que toutes les images qui leur sont fournies ne sont pas forcément à utiliser. Nous espérons ainsi les habituer à ne pas être induits par les propositions de l'enseignant, et à rester centrés sur la recherche d'une solution au problème posé. Un tel apprentissage n'est pas seulement l'objet d'une séquence, mais bien celui d'une attitude que l'enseignant doit adopter toute l'année. L'élève doit être capable de raisonner et de se fier à sa logique pour savoir si sa réponse est juste, et non à l'intonation dans la voix de l'enseignant qui signifierait que sa réponse est juste ou non. Il est bon de déstabiliser un peu les élèves en leur demandant s'ils sont sûrs d'eux et en les faisant systématiquement justifier leur réponse.

Les élèves sont ensuite répartis par groupes selon leur conception. Nous avons fait le choix de les répartir ainsi afin que la mise en commun qui suit cette étape soit plus riche : les élèves vont avoir un aperçu de l'expression des différentes conceptions. Toutes ne sont pas forcément bonnes, et il est alors intéressant, en comparant les affiches, de comprendre pourquoi tel ou tel circuit ne fonctionne pas, et pourquoi tel autre permet à la lampe de briller. Ainsi, à la question productive de la séance quatre : « Comment allumer ou éteindre la lampe du circuit sans débrancher les fils ? », les groupes d'élèves n'ont pas tous proposés les mêmes dispositifs. (cf annexe dix). Les échanges lors de la mise en commun ont alors permis aux élèves de se rendre compte que plusieurs dispositifs étaient possibles et que certains ne fonctionnaient pas. Au sein des groupes de conception, les élèves sont amenés à présenter oralement chacun leur « circuit-hypothèse » aux autres. Ce temps permet aux élèves d'échanger, d'envisager d'autres solutions et d'imaginer un nouveau circuit-hypothèse capable de répondre à la question productive. En théorie, une discussion préalable permettant de se mettre d'accord sur un même circuit-hypothèse par groupe est préconisée par la démarche d'investigation. En réalité, dans le vif de l'action, nous nous sommes rendu compte que les élèves voulaient tester leur hypothèse personnelle et avaient du mal à entendre que leur circuit pouvait ne pas être testé. C'est pourquoi, nous avons amené les élèves à se mettre d'accord sur un circuit et à le tester en priorité, ils étaient, ensuite, autorisés à tester plusieurs autres circuits-hypothèses. Le groupe doit ensuite faire un dessin collectif sur une affiche pour la présenter à la classe. Ce dessin doit correspondre au circuit validé par le groupe. Nous avons prévu une différenciation au sein des groupes lors de cette phase. Si les élèves ont fini en avance, nous leur demandons de rédiger une réponse à la question productive. Par exemple, à la question productive « Comment allumer une lampe qui est loin de la pile ? », les élèves pourraient essayer de rédiger une réponse du type : « Pour allumer une lampe qui est loin de la pile, il faut relier la lampe à chacune des bornes de la pile par des fils électriques. Le circuit est alors fermé. » Une différence d'étayage peut avoir lieu également. L'enseignant est alors amené à plus guider un groupe en lui posant plus de questions ou en le guidant pour la manipulation.

Les hypothèses testées sont ensuite confrontées et comparées en grand groupe. Les élèves sont alors amenés à observer les différences et les points communs entre les circuits. La principale difficulté réside, en fait, dans la corrélation entre le montage réalisé qui peut être bon, et le circuit dessiné sur l'affiche, qui peut ne pas correspondre au montage réalisé. Nous proposons donc aux groupes dont le circuit dessiné ne correspond pas au montage, et qui ne comprennent pas leurs erreurs, de réaliser leur circuit devant la webcam, afin de déterminer leurs erreurs et que tous les élèves puissent suivre et participer à la résolution du problème.

Ce temps débouche finalement sur une institutionnalisation co-construite avec les élèves en réponse au problème posé. Une phase d'application est ensuite faite en fin de séance pour respecter les phases de l'apprentissage des élèves : elle leur permet d'utiliser le savoir vu dans l'institutionnalisation et de se l'approprier. Ces exercices d'application sont ensuite corrigés collectivement ou pas. Dans le cas où la correction est collective, cela permet aux élèves de travailler leur argumentation : ils sont amenés à justifier leur réponse en faisant toujours le lien avec l'institutionnalisation. De plus, au début d'une nouvelle séance, les élèves sont souvent amenés à s'interroger entre eux sur le savoir institutionnalisé vu lors de la séance précédente, afin de s'approprier ces nouvelles notions. Des phases d'entraînement ont également lieu à la fin de certaines séances.

Nous avons pensé, par ailleurs, à rendre visibles, au cours de cette séquence, les écrits d'investigation et les écrits d'exposition. Les élèves ont un classeur de sciences dans lequel les phases de recherche sont répertoriées. Ce système de classeur a été expliqué aux parents en début d'année, afin qu'ils sachent bien que la partie « Recherche » peut comporter des erreurs, mais que cette même partie a aidé les enfants à construire le savoir institutionnalisé qui, lui, est à connaître.

3.3 La mise en projet et les liens entre les disciplines

Notre séquence est également bâtie sur un projet. Ce dernier vise à motiver les élèves, il est collectif, global et complexe, car les élèves, en groupe, doivent utiliser une compétence et non une simple connaissance pour le réussir. Il permet aux élèves d'être mobilisés pour entrer dans la séquence, il lui donne du sens. Il s'agit, pour les élèves, de construire un petit jeu questions-réponses : la lampe s'allume quand l'attache parisienne d'une question est reliée à celle de sa réponse. Nous avons donc choisi de le présenter, en cachant les composants électriques et les branchements aux élèves, pour leur montrer ce qu'ils seront en mesure de faire à la fin de la séquence. Le projet est ensuite réalisé lors de la cinquième séance qui est une séance de réinvestissement. Ce projet est, de plus, interdisciplinaire. Des exemples de thèmes de questions sont, en effet, donnés aux élèves pour qu'ils s'en inspirent et utilisent des compétences travaillées dans d'autres disciplines. Les élèves peuvent construire, par exemple, des jeux en numération en utilisant des décompositions de nombres (cf annexe quatre), ou en grammaire en utilisant les pronoms personnels (cf annexe cinq), ou encore en éducation physique et sportive en faisant appel aux différents rôles rencontrés en hand-ball (cf annexe six). La formation et le repérage de phrases interrogatives sont travaillés en parallèle des sciences, ce qui permet aux élèves de construire des

phrases interrogatives correctes (une phrase interrogative générale est utilisée pour chaque jeu). En fin de séquence, les élèves peuvent ainsi tester les jeux questions-réponses des autres groupes en s'entraînant en même temps en mathématiques et en français.

Un autre lien avec les mathématiques est, par ailleurs, fait dans la séance sept. La notion de cercle et de construction de cercle avec le compas a été évoquée à ce moment-là, et les élèves ont dû fabriquer une rosace pour la faire tourner au bout du moteur et se rendre compte, par la même occasion, de l'illusion d'optique que cela créait.

En outre, même si le projet permet de mobiliser les élèves dans la séquence, la formulation des questions productives permet, quant à elle, d'enrôler l'élève dans la séance. Cet enrôlement a une visée à plus court terme. Ainsi, les processus de mobilisation et d'enrôlement ne sont pas identiques, mais se complètent de façon à ce que l'élève soit motivé tout au long de la séquence.

3.4 Dispositifs mis en place pour valider ou non l'hypothèse de la conceptualisation du circuit électrique des élèves

Nous avons, tout d'abord, choisi de filmer les dessins de cinq élèves avec leurs explications orales au cours de la première séance. Ils nous expliquent le fonctionnement de la lampe de poche. Cette évaluation diagnostique nous sert de point de départ pour notre analyse. Les cinq élèves ont été choisis d'après leurs dessins sur le fonctionnement de la pile, de façon à ce que plusieurs niveaux de compréhension soient représentés dans la vidéo. Nous avons également filmé le travail personnel de deux élèves au début de la deuxième séance pour avoir une idée de leurs conceptions initiales. Un enregistrement audio a également eu lieu dans la séance cinq pour pouvoir écouter les échanges entre les élèves au sein des différents groupes. Au cours de la séance six, enfin, nous avons à nouveau filmé les mêmes élèves qu'au départ. C'est à travers l'analyse de ces différents films et prises audio que nous allons percevoir l'évolution des conceptions des élèves et l'avancée de leur conceptualisation du circuit électrique.

4. Analyse et discussion

4.1 Analyse des conceptions initiales et finales de différents élèves

4.1.1 Contexte de recueil des représentations initiales

Comme nous l'avons rappelé précédemment, nous avons effectué des premières vidéos lors de la séance une. Nous ne voulions pas influencer les élèves, mais juste qu'ils nous livrent leurs représentations du circuit électrique de la lampe de poche. Pour se faire, nous projetions des photos d'une lampe de poche fermée et ouverte. Deux lampes de poche similaires étaient en circulation dans la classe pour que les élèves puissent les manipuler. La consigne, écrite au tableau, était la suivante : « 1- Fais un dessin pour expliquer ce qui se passe à l'intérieur de la lampe de poche pour que la lampe brille. 2- Légende ce dessin. 3- Fais une phrase pour expliquer ton dessin. » Nous avons voulu que cette consigne soit large, ouverte pour inviter les élèves à s'exprimer. Nous les avons aussi rassurés sur le fait que ce n'était pas grave s'ils écrivaient des bêtises, puisque c'était le moment d'écrire ce qu'ils pensaient.

Cette consigne n'était, cependant, pas évidente pour les élèves : sans certaines explications orales de notre part, les dessins ne faisaient pas forcément apparaître leurs conceptions initiales. De plus, certains ont voulu représenter la lampe de poche le plus fidèlement possible, sans comprendre que l'enjeu n'était pas là.

Il est, en effet, difficile de choisir les bons mots pour une consigne. La passation des consignes n'était pas idéale au cours de cette séance. L'attention des élèves n'était pas toujours maximale lors de ce moment, alors que cette étape est très importante pour permettre à l'élève d'entrer dans la tâche demandée. Les consignes n'étaient pas systématiquement reformulées par les élèves, bien qu'une telle reformulation permette de savoir ce qu'ils ont réellement compris. Je tente, depuis, de travailler sur la passation des consignes, pour que les élèves focalisent davantage leur attention sur l'objectif poursuivi (Djoudi, M.).

C'est donc, dans ce contexte, que nous avons recueilli les premières représentations des élèves. Après avoir constaté leurs difficultés liées à la compréhension de la consigne et à la difficulté de la tâche en séance une, nous avons choisi de les guider davantage lors du deuxième recueil de leurs représentations pendant la sixième séance. Nous leur avons ainsi demandé, en séance six, d'expliquer l'état du circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille (question qui fait référence à l'institutionnalisation des savoirs de la séance deux où la notion de circuit fermé était en jeu). Nous les avons aussi questionné sur le rôle de l'interrupteur dans la lampe de poche (à savoir permettre l'ouverture et la fermeture du circuit), ainsi que sur les matériaux utilisés pour que le courant puisse circuler (cf séance six).

Ces questions les aidaient aussi à prendre conscience que, grâce à tout le travail effectué pendant la séquence, ils étaient en mesure de comprendre le fonctionnement de la lampe de poche. Nous leur avons demandé ensuite d'explicitier, à l'aide d'un dessin, comment faire briller la lampe qui est dans la lampe de poche. Nous avons donc changé quelques mots dans la consigne, par

rapport à celle de la séance une, et fait reformuler les élèves pour la clarifier.

4.1.2 Cas de l'élève 1 (cf annexe deux)

1- Analyse des deux entretiens préalables au déroulement de la séquence

Lors de la première prise de vue, on constate que l'élève 1 a déjà des notions en électricité puisqu'il est capable de nommer certains composants d'un circuit électrique même s'il les place de manière floue sans utiliser le vocabulaire adéquat : « [...] les fils ils sont dans la pile, l'ampoule elle est dans la petite boîte. [...] La lampe elle marche avec des piles, des fils et une ampoule. » Il désigne la lampe par le terme « ampoule », mais cela vient sûrement du fait qu'il ne faut pas s'embrouiller avec les deux lampes : la « lampe » de poche et la lampe à l'intérieur de la lampe de poche. Ou simplement parce que ce terme est souvent utilisé dans le langage courant. Il parle aussi de « fil rouge » et de « fil vert », peut être qu'il est influencé par ce qu'il a pu voir dans des films télévisés (couper le fil rouge ou le fil vert pour désamorcer une bombe par exemple). Même si l'élève 1 a connaissance de plusieurs composants électriques, il ne semble pas avoir conscience que le courant électrique doit circuler pour que « la lampe marche ».

2- Analyse de l'entretien après la séquence

Lors de la seconde prise de vue, l'élève 1 est capable de parler en utilisant un vocabulaire plus précis sous l'influence des questions qui lui sont posées. Il évoque ainsi le terme « conducteur », qu'il associe aux matériaux en métal uniquement, ce qui est normal en cours élémentaire deuxième année, car la conductivité des solutions et du corps humain n'a pas été abordée. On analyse, par ailleurs, que l'élève 1 a compris le rôle de l'interrupteur, mais il ne le nomme pas explicitement : « il y a un petit bouton sur le côté. Quand on le baisse ou qu'on le monte. Par exemple si je baisse le bouton, la lumière elle s'éteint parce que ... euh ... quelque chose ici, et après il touche pas le matériau conducteur et du coup le circuit est ouvert et la lampe ne peut pas briller. » Pour que le fonctionnement de l'interrupteur soit effectif, l'élève 1 précise que l'on doit « refermer » la lampe de poche. Les questions adressées à l'élève 1 en fin d'entretien montrent que la conception unifilaire du courant n'est pas totalement franchie, c'est seulement en insistant que l'élève 1 réalise que le courant circule pour retourner dans la pile, qu'il ne s'arrête pas à la lampe pour la faire briller.

Quand on compare les conceptions initiales et finales de l'élève 1, il apparaît que ce dernier est plus à l'aise avec les notions lors de la deuxième vidéo. Il explique davantage le fonctionnement

de la lampe de poche qu'il a, globalement, mieux compris. L'élève 1 a donc construit au cours de cette séquence une première représentation du circuit électrique même si sa fausse conception initiale n'est pas totalement abandonnée.

4.1.3 Cas de l'élève 2

1- Analyse des deux entretiens préalables au déroulement de la séquence

Dans la première vidéo de l'élève 2, la notion de circuit électrique n'apparaît pas, il est conscient des composants : « la pile », « le petit bouton » qu'il nomme ainsi à la place de l'interrupteur, la « petite lampe », mais n'aborde pas la façon dont la pile est reliée à la lampe et à l'interrupteur, il n'explique pas la façon dont les éléments interagissent ensemble. Son raisonnement n'est pas systémique. Sa dernière phrase résume sa pensée « La lampe de poche peut s'activer en appuyant avec des boutons et elle peut marcher avec une pile. Et il faut un bouton pour allumer la lampe. »

2- Analyse de l'entretien après la séquence

Lors de la seconde vidéo, l'élève 2 a encore du mal à préciser le rôle de la pile, il ne représente pas ses bornes, on voit qu'il n'est pas sûr de la façon dont la pile intervient dans le circuit « Ça c'est l'interrupteur qui est là qui fait briller la lampe. La pile elle n'a pas ses trucs comme ça (parle de ses bornes) parce que, parce que ... ces trucs comme ça qui sont un peu penchés ils sont ici je crois (comme si les fils étaient reliés à l'interrupteur et à un autre matériau). Et du coup ça donne à l'interrupteur de marcher, c'est pour ça que la lampe, elle brille.» Lorsqu'on lui propose de lui réexpliquer en situation, il accepte ces explications. L'élève 2 a saisi le rôle de l'interrupteur qui permet l'ouverture ou la fermeture du circuit, mais a du mal à être précis dans ses phrases. Ainsi, quand on lui demande ce que l'interrupteur permet de faire au circuit, il répond : « De fermer la lampe ». Or, c'est incorrect, l'interrupteur permet de fermer le circuit et la lampe ne brille plus. L'élève 2 fait un raccourci dans ses propos qui deviennent confus. De même, à la question : « Comment tu fais si tu veux allumer ou éteindre la lampe ? », il répond qu'on peut fermer ou ouvrir le courant. Ce n'est, cependant, pas le courant, mais bien le circuit qu'on peut ouvrir ou fermer. La définition de matériau conducteur n'est pas très bien maîtrisée non plus, puisqu'il les définit comme « des objets en fer qui marchent ». Il a donc réduit l'ensemble des métaux au fer, ce que l'on retrouve dans d'autres témoignages d'élèves, et utilise le verbe « marcher » pour dire que

le courant circule, ceci étant sûrement dû au langage courant de « la lampe marche ».

En ce qui concerne l'élève 2, on peut dire que la notion du circuit électrique de la lampe de poche est en cours de construction, qu'elle a évoluée, mais que le nouveau vocabulaire n'est pas encore assimilé, car il ne fait peut être pas suffisamment sens pour lui.

4.1.4 Cas de l'élève 3

1- Analyse des deux entretiens préalables au déroulement de la séquence

Sur le dessin de l'élève 3, on constate qu'il a matérialisé des liens –peut être des fils- entre des composants métalliques et l'interrupteur qu'il qualifie de « bouton », il explique aussi que le circuit « marche avec la batterie », vocabulaire qu'il utilise plutôt que le mot « pile ». Il a donc conscience de la présence de composants électriques, mais ne comprend pas le fonctionnement du circuit.

2- Analyse de l'entretien après la séquence

Par la suite, l'élève 3 utilise le mot « pile » dans son vocabulaire actif ce qui est déjà un acquis. Il parle plus longtemps, car il a compris plus de choses et a davantage d'explications à apporter. On voit, cependant, qu'il a du mal à réinvestir les leçons vues en classe sur la lampe de poche, notamment en ce qui concerne l'interrupteur, qu'il appelle toujours « bouton », et qui ne ressemble pas à celui utilisé dans les circuits en classe. L'élève 3 réussit, en étant guidé, à « faire le chemin » du circuit électrique avec son doigt, mais il ne le finit pas, malgré le fait qu'il dise qu'il a oublié de matérialiser les fils qui partaient de la pile et que le circuit est fermé quand la lampe est allumée.

La conception du circuit électrique de l'élève 3 a changé, ses explications sont plus précises et son vocabulaire est plus adapté. Il semble mieux comprendre le lien entre l'interrupteur, les « matériaux en métal », la pile et la lampe, mais a du mal à représenter le circuit, puisqu'il a choisi de dessiner la lampe de poche ouverte. Nous avons conseillé aux élèves de dessiner la lampe de poche fermée, mais comme si elle était transparente et que l'on pouvait voir son circuit.

4.1.5 Cas de l'élève 4

1- Analyse des deux entretiens préalables au déroulement de la séquence

Lors du premier entretien, l'élève 4 a déjà conscience qu'il faut un contact entre l'interrupteur (mais ne le nomme pas, il le désigne simplement) et la pile, pour permettre à la lampe de poche

« de marcher », que « ça éclaire » et que « ça donne de l'électricité ». L'élève 4, ayant des difficultés à trouver les mots justes, utilise beaucoup le pronom démonstratif « ça ». Il sait aussi que l'électricité vient de la pile. Il utilise alternativement les termes de « batterie » et de « pile » pour désigner la « pile ».

2- Analyse de l'entretien après la séquence

Par la suite, l'élève 4 fait évoluer ses explications, le rôle de l'interrupteur est plus précis :

« E : Et l'interrupteur, il sert à quoi ici ?

Élève 4 : Il sert à... quand tu baisses euh, en fait, je pouvais pas dessiner, quand tu baisses cette partie là, c'est coupé là, c'est coupé.

[...]

Élève 4 : Et le circuit il est ouvert. »

Il explique bien ce que sont les matériaux conducteurs et sait différencier, en justifiant, un circuit fermé d'un circuit ouvert. Son dessin, est, par ailleurs, bien fait, il réussit à s'en servir pour expliquer le circuit de la lampe de poche, alors qu'il avait dû recourir à la lampe de poche elle-même lors de la première vidéo.

On peut donc dire que l'élève 4 a une bonne représentation du circuit électrique. Sa conception de la circulation du courant est juste. Seul bémol, il utilise encore le terme « batterie » pour désigner la pile à la fin du deuxième entretien.

4.1.6 Cas de l'élève 5

1- Analyse des deux entretiens préalables au déroulement de la séquence

« Quand elle est ouverte l'électricité ne marche pas, parce que ce bout là il ne touche pas le petit point. » Cette citation montre que l'élève a de vagues notions du fonctionnement d'un circuit électrique :

Il sait que la lampe de poche fonctionne grâce à de l'électricité.

Il sait qu'il faut une connexion entre les matériaux (ici entre le culot de l'ampoule et le socle du réceptacle) pour que la lampe puisse briller.

Cependant il met également en perspective ce qui n'est pas acquis : pour lui l'électricité « marche ». Bien qu'il sache que le courant est nécessaire, il ne sait pas de quelle manière le courant est exploité dans un circuit électrique : il ne sait pas que le courant circule dans le circuit électrique.

Cette difficulté est d'ailleurs mise en lumière dans la citation qui suit « l'électricité se colle au fer et ça fait de l'électricité » que nous analyserons dans un second temps.

« L'électricité se colle au fer et ça fait de l'électricité » : cette phrase de l'entretien révèle d'autres notions acquises et non acquises chez l'élève 5. En évoquant le mot « fer » l'élève éclaire son savoir sous-jacent à la notion de « matériaux conducteurs ». Il a probablement vu en classe de cours élémentaire première année les matériaux permettant le passage du courant et les matériaux ne le permettant pas passer, mais a oublié le vocabulaire spécifique associé. Il sait que le fer est un matériau conducteur, qui permet de faire briller la lampe, et l'associe au matériau conducteur de la lampe de poche. Il utilise les termes « l'électricité marche » et « ça fait de l'électricité », ce qui donne l'impression qu'une partie du fonctionnement du circuit électrique est comprise par l'élève. Selon lui, lorsque l'on ferme le circuit, de l'électricité circule et la lampe s'allume. Au contraire, lorsque l'on ouvre le circuit, il n'y a plus d'électricité et la lampe s'éteint. De plus, le rôle de la pile est également compris. Il a, par conséquent, une bonne représentation du circuit électrique. La dernière citation montre cependant que l'élève n'a pas conscience de la chronologie des événements pour que la lampe de poche brille : pour elle, la lampe brille, puis on appuie sur le bouton (l'interrupteur). Le boîtier et donc le circuit électrique de la lampe de poche semble influencer ici son raisonnement.

Lors de la présentation de son schéma répondant à la question « Comment allumer une lampe qui est loin de la pile ? » l'élève 5 révèle plusieurs de ses conceptions initiales sur le circuit électrique. En montrant l'électricité passant dans les deux fils en même temps, de la pile vers la lampe, l'élève illustre la conception des courants antagonistes (conception décrite dans la partie théorique). De plus, son hésitation entre les différents termes de vocabulaire « Et après ça fait de l'électricité et euh ... de la lumière » ou ses confusions « l'électricité se colle au fer » pose question. L'élève fait-il bien la différence entre ces différents termes ? Il semble que tout ce vocabulaire est mélangé, laissant place à la confusion dans sa vision du circuit électrique.

L'élève 5 a donc plusieurs connaissances confuses sur les composants de la lampe de poche, mais ne sait pas comment ils sont liés ; il ne connaît pas non plus le fonctionnement interne du circuit électrique.

2- Analyse de l'entretien après la séquence

Tout au long de la séquence ses conceptions initiales ont évoluées.

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur les composants de la lampe de poche

Bien que l'élève 5 évoque ici davantage de composants de la lampe de poche que dans son entretien initial, des difficultés subsistent dans leur désignation et dans leur disposition au sein du circuit électrique.

« La lampe de poche elle marche avec une pile, un interrupteur et puis les interrupteurs ils plient les borgnes... » : nous remarquons ici que l'élève fournit désormais une meilleure explication du rôle de la pile comme composant essentiel de la lampe de poche. Il évoque également la présence de l'interrupteur mais se trompe dans la désignation des matériaux conducteurs permettant de relier les bornes de la pile au reste du circuit. En effet, pour lui, le circuit est relié directement grâce aux bornes (qu'il désigne de borgnes) de la pile, il ne concrétise pas les matériaux conducteurs présents dans le circuit (peut être parce que, contrairement aux autres matériaux, ils ne sont pas visibles ni détachables lorsqu'on manipule une lampe de poche). Enfin, l'élève dessine un « bouton » permettant d'augmenter ou de baisser l'intensité de la lumière, élément non présent dans la lampe de poche.

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur le rôle de l'interrupteur

Alors qu'il n'a pas été évoqué dans son premier entretien, l'élève 5 nous parle du fonctionnement de l'interrupteur dans le circuit. Même si certains points restent incorrects, l'explication de son fonctionnement général est en bonne voie.

« L'interrupteur il marche quand on appuie sur ce bouton là et si on appuie pas dessus ça marche pas ». L'élève 5 montre qu'il sait que la lampe s'allume et s'éteint grâce à l'interrupteur. Il explique son fonctionnement dans la réplique suivante : « alors quand on appuie dessus il est ouvert, euh fermé ! Et quand on n'appuie pas dessus le circuit il est ouvert ». Il a compris que l'interrupteur joue un rôle de connecteur entre deux matériaux conducteurs, permettant d'ouvrir ou de fermer le circuit.

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur le sens du courant

La conception initiale des courants antagonistes a évolué chez cet élève. En effet, lorsqu'on lui demande « comment circule le courant ? » sa réponse est correcte. Néanmoins le courant passe par « un rond » dont on ne sait pas la provenance. Pour l'élève la lampe marche « enfin brille » lorsqu'il y a de l'électricité dans le circuit. Cette phrase complétée par « et du coup ça fait de l'électricité » sous-tend l'idée de l'élève que lorsque la lampe ne brille pas, c'est qu'il n'y a pas d'électricité. On peut penser en lisant ces citations que l'élève 5 confond encore les différents termes « ça fait de

l'électricité » et « ça fait briller la lampe ».

Nous pouvons dire que le fonctionnement du circuit électrique, le vocabulaire et les composants associés sont plus clairs pour l'élève 5 à la fin de la séquence. Cependant des difficultés persistent, notamment sur la désignation de certains termes et sur les composants de la lampe de poche.

4.1.7 Cas de l'élève 6

1- Analyse de l'entretien préalable au déroulement de la séquence

Cet élève, ayant été en classe de cours élémentaire première année-cours élémentaire deuxième année l'année passée, avait déjà abordé les notions vues dans la séquence. C'est pourquoi ses conceptions initiales sont si riches. « Il faut qu'il y ait une batterie. Et euh ... euh ... un fil ou un câble qui partent, qui fait partir l'électricité vers l'ampoule, qui sera accrochée. » L'élève a connaissance de certains composants de la lampe de poche. Il sait que pour fonctionner elle a besoin d'une pile (qu'il nomme batterie), de câbles/fils et d'une lampe qu'il nomme « ampoule ». L'élève 6 n'aborde pas la présence de l'interrupteur.

De plus, l'élève a conscience que le courant circule dans le circuit « Qui fait partir l'électricité vers l'ampoule (...) Et il faut que l'électricité revienne dans la batterie ». Le sens du courant, partant de la pile pour aller dans l'ampoule puis revenant dans la pile, est déjà acquis pour cet élève.

Les termes de circuit ouvert et circuit fermé sont bien acquis. « Si on coupe le circuit c'est un circuit ouvert, si on ne le coupe pas c'est un circuit fermé ».

Par la phrase « L'ampoule qui sera accrochée » l'élève nous montre qu'il sait que tous les composants doivent être connectés pour que le courant circule. Cependant il n'évoque pas le terme de « matériaux conducteurs » pour parler des composants.

L'élève 6 a déjà beaucoup de connaissances sur les savoirs qui seront abordés lors de la séquence. Cependant certains termes ne sont pas évoqués et l'interrupteur n'a aucune place dans son explication.

2- Analyse de l'entretien après la séquence

Suite à la séquence les connaissances de l'élève ont évoluées.

Le vocabulaire utilisé est plus spécifique « C'est la pile qui fournit l'électricité », « ce sont

des matériaux conducteurs ». De plus le rôle de l'interrupteur intervient dès le début de son explication, et ce, de manière correcte « l'interrupteur ouvre et ferme le circuit ». Il aurait été intéressant de s'attarder plus longuement sur le fonctionnement de l'interrupteur pour savoir s'il a bien compris ce que veut dire concrètement « ouvre » et ferme».

L'élève 6 a donc une représentation correcte du circuit électrique.

4.1.8 Cas de l'élève 7

1- Analyse de l'entretien préalable au déroulement de la séquence

« Alors il y a un petit truc ici, une pointe. Ça appuie sur un (incompréhensible) et c'est accroché à la pile et ça fait de la lumière. » La conception de l'élève 7 sur le circuit électrique n'est pas beaucoup développée, l'élève ne donne pas beaucoup d'explications et ces dernières sont floues. On peut tout de même penser que l'élève sait que la lampe et la pile sont reliées. Il sait également que les différents composants de la lampe de poche doivent être reliés entre eux (« ça appuie » : l'élève veut dire par là que le culot de l'ampoule vient se raccorder au circuit et « c'est accroché »).

L'élève 7 n'a pas connaissance du fonctionnement interne permettant de « faire de la lumière », il a beaucoup à découvrir et à apprendre lors de la séquence.

2- Analyse de l'entretien après la séquence

L'entretien de l'élève 7 est beaucoup plus conséquent en termes d'explication que celui réalisé lors de la première séance.

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur les composants de la lampe de poche

L'élève 7 évoque plusieurs composants qu'il n'avait pas dans son entretien initial. « Ça va projeter de l'électricité » : l'élève sait à présent que la lampe de poche fonctionne grâce à l'électricité. Il sait également que des matériaux conducteurs « en métal » composent le circuit et qu'il y a un interrupteur dont il expliquera le fonctionnement.

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur le sens du courant

S'il ne savait pas ce qui permettait à la lampe de briller ni de quelle manière, l'élève 7 sait à présent que le courant part de la pile, « va dans l'interrupteur », pour arriver dans la lampe et ainsi

la faire briller. Cependant, si on ne l'étaye pas davantage, la conception du courant unifilaire est présente chez l'élève. De plus, en nous décrivant les matériaux par où le courant passe pour faire briller la lampe de poche, on pourrait penser que l'élève a conscience que le courant circule. Pourtant, il répond que celui-ci est « rejeté » par les matériaux conducteurs, faisant apparaître l'idée que ce sont eux qui fabriquent l'électricité présente dans le circuit.

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur le rôle de chacun des composants

Alors que le rôle de l'interrupteur n'avait pas été du tout évoqué dans son premier entretien, l'élève l'aborde lors de la seconde vidéo. Bien qu'il ait compris que celui-ci permettait d'éteindre et « d'allumer la lampe », son fonctionnement semble encore flou. L'élève 7 fait un rapprochement lorsqu'on lui demande « qu'est ce qui permet de fermer le circuit ? » en répondant « Mmmm l'interrupteur » mais paraît perplexe lorsqu'on lui dit que ce dernier permet également « d'ouvrir le circuit ». Pour lui l'interrupteur sert à allumer et éteindre la lampe. Même s'il a acquis le terme « matériaux conducteurs », l'élève ne connaît pas vraiment leur rôle précis. En effet, lorsqu'on lui demande « qu'est ce qu'ils font les matériaux conducteurs ? Ils permettent quoi ? » Sa réponse « de rejeter de l'électricité » prouve l'incompréhension du rôle de conducteur. Ici le terme rejeter est probablement lié au terme « produire ». Pour lui ce sont les matériaux conducteurs qui produisent le courant.

Bien que l'élève 7 ait acquis de nombreuses connaissances et un vocabulaire spécifique au circuit électrique, le fonctionnement de ce circuit, et notamment le rôle de l'interrupteur et la notion de circulation du courant, semble encore soumis à plusieurs incompréhensions. L'élève sait de quoi est composé un circuit, par où passe le courant, mais reste perplexe sur le fonctionnement concret de ce circuit.

4.1.9 Cas de l'élève 8

1- Analyse de l'entretien préalable au déroulement de la séquence

« La lampe de poche ça marche avec une pile et une toute petite ampoule. Et euh ... Voilà. » L'élève montre dans son entretien initial qu'il connaît deux composants de la lampe de poche, à savoir la pile et la lampe qu'il appelle « ampoule ». Ces deux matériaux sont probablement évoqués, car ce sont les seuls vraiment visibles et détachables lorsqu'on manipule la lampe de poche. L'élève 8 nous explique simplement le fonctionnement externe de la lampe de poche, ce qu'il voit. En effet,

à la question « qu'est-ce qui se passe quand ça se ferme ? Quand la lampe est fermée qu'est-ce qui se passe ? », l'élève nous décrit ce qui se passe d'un point de vue externe « elle brille » et non le fonctionnement interne du circuit. Peut être qu'il aurait fallu plus insister ou poser d'autres questions pour qu'une ébauche de ce fonctionnement soit expliquée lors de l'entretien initial. Tout comme l'élève 7, l'élève 8 a beaucoup à apprendre lors de la séquence en électricité, et notamment sur le fonctionnement interne de la lampe de poche, sur le fonctionnement du circuit électrique.

2- Analyse de l'entretien après la séquence

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur les composants du circuit

Dans son second entretien, l'élève 8 nous fait part de ses connaissances de tous les composants du circuit électrique : il évoque la pile, l'ampoule (qu'il confond avec la petite lampe de la lampe de poche), les matériaux conducteurs ainsi que l'interrupteur. Cependant, l'interrupteur et son rôle ne sont évoqués qu'en second temps, lorsqu'on lui demande « comment faire pour éteindre la lampe ».

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur vocabulaire scientifique

L'élève 8 a acquis tout au long de la séquence plusieurs termes scientifiques qu'il réinvestit dans ses explications. Ainsi, il évoque les notions de circuit ouvert, de circuit fermé ou encore de matériaux conducteurs.

- État des lieux des connaissances acquises et non acquises sur le sens du courant

Si on ne l'étaye pas sur le fait que le courant circule au sein du circuit, la conception unifilaire est encore présente chez l'élève. Cependant, lorsqu'on insiste sur ce point, il montre sa connaissance sur le retour du courant dans la pile. On peut dire que l'élève 8 a compris le sens du courant dans un circuit électrique.

4.1.10 Cas de l'élève 9

1- Analyse de l'entretien préalable au déroulement de la séquence

La conception du courant unifilaire apparaît clairement chez l'élève 9, lors de son premier entretien –qui pour lui, a eu lieu après la formulation de son hypothèse personnelle lors de la deuxième séance. Sur son collage-dessin, le circuit représenté par l'élève 9 est juste : la lampe est reliée à la pile par deux fils. L'explication apportée nous montre, toutefois, qu'il ne donne pas

vraiment de rôle au deuxième fil qu'elle a pourtant fait apparaître. À la question « Il sert à quoi le deuxième fil ? » qui lui est posée, il fournit une justification qui ne semble même pas le convaincre : « Le deuxième fil, euh bah... il sert à que l'électricité soit plus puissante ... euh soit plus, en fait ... euh oui que l'électricité ... euh soit plus puissante pour la lampe ». L'élève 9 ne tient pas compte du deuxième fil pour expliquer le trajet du courant électrique, qu'il explique comme allant simplement de la pile vers la lampe en n'empruntant qu'un seul des deux fils. En outre, l'élève 9 énonce que « la pile elle a de l'électricité dedans », ce qui nous fait comprendre qu'il considère la pile comme un réservoir de courant électrique et non d'énergie, deux termes certainement équivalents pour lui (et certainement pour beaucoup d'enfants de cours élémentaire deuxième année). Cette conception est d'ailleurs peut être renforcée par le fait que nous le lui disons : « du coup l'électricité elle est là, dans la pile », au cours de l'entretien. Nous n'avons ici pas fait attention à nos propos qui ont dû conforter l'élève dans sa conception. Notre propre conception transparait ici au détriment de l'apprentissage des élèves. Nous aurions plutôt dû dire une phrase du type : « La pile fournit l'électricité qui part donc d'ici. », phrase que nous avons évoquée à d'autres moments de la séquence.

2- Analyse de l'entretien après la séquence

Ce deuxième entretien montre une grande évolution dans la conception du circuit électrique chez l'élève 9. Son discours sur la pile a changé puisqu'il dit maintenant : « la pile elle produit de l'électricité pour la lampe ». Le rôle de l'interrupteur est très bien compris : « si j'appuie sur l'interrupteur il –en parlant du circuit- est fermé mais si je n'appuie pas sur l'interrupteur il est ouvert. » La conception du courant unifilaire a disparu, l'élève 9 est maintenant capable de nous montrer le sens du courant.

L'élève 9 a construit une bonne représentation de la notion de circuit électrique.

4.2 Les facteurs de l'évolution des conceptions

4.2.1 Des facteurs qui limitent cette évolution

1-Dans la séance six : retour sur le fonctionnement de la lampe de poche

Le fait d'interroger les élèves à propos du fonctionnement de la lampe de poche n'est, tout d'abord, pas une question facile pour eux. Le fonctionnement d'un objet technique de la vie quotidienne met, en effet, en relation plusieurs notions, ce qui nécessite que les élèves aient compris, et se soient appropriés les notions, mais qu'ils sachent également les transférer sur le

fonctionnement de la lampe. Certains élèves ont, par exemple, compris le fonctionnement de l'interrupteur lors de la séance quatre, cependant, ils n'ont manipulé réellement les interrupteurs que pendant la phase d'entraînement de la séance huit. Un interrupteur peut avoir différentes formes. Pour pouvoir déduire qu'on se trouve face à un interrupteur, il faut retenir le principe de ce dernier –fermeture et ouverture du circuit-. On remarque que ceci n'a pas été assimilé par tous les élèves en séance six. L'interrupteur utilisé en électricité à l'école a une forme différente de celui des murs de la maison et du bouton de la lampe de poche, mais il joue bel et bien le même rôle.

Le fait de demander aux élèves un dessin de la lampe de poche sans autre précision n'était peut être pas le plus judicieux, car il est difficile d'expliquer son fonctionnement en la dessinant fermée. Ce n'est qu'en séance six que nous avons suggéré aux élèves de dessiner la lampe de poche fermée comme si elle était transparente, mais de nombreux élèves n'ont pas écouté ou tenu compte de la suggestion.

Concernant le recueil des conceptions initiales, nous avons fait le choix de ne pas trop étayer les questions lors de l'entretien afin de collecter les toutes premières conceptions des élèves, pour ne pas aiguiller ces derniers vers des concepts auxquels ils n'auraient pas pensé sans nos questionnements. Si ce guidage minime est intéressant lors du recueil des conceptions initiales, il aurait été utile d'approfondir notre questionnement lors de la collecte des représentations finales. Il nous est paru évident, lors de notre analyse, que notre réflexion sur des questions précises aurait été propice à une meilleure analyse des représentations finales. Ces questions ciblées nous auraient permis de savoir si les notions abordées avaient été oui ou non réellement bien comprises par les élèves. Nous aurions également dû poser les mêmes questions à chaque élève pour pouvoir mieux comparer nos analyses. Par exemple, lors de l'entretien de l'élève 1, nous n'avons pas demandé plus de précisions sur le rôle des matériaux conducteurs. Une question du style « À quoi servent les matériaux conducteurs ? » aurait peut être permis de savoir si l'élève 1 a réellement compris que le courant circule, qu'il met un sens à ce vocabulaire spécifique. Ou encore, « Peux-tu m'expliquer comment fonctionne l'interrupteur ? » pour comprendre si les élèves ont bien saisi la nécessaire connexion des bornes de l'interrupteur avec les composants conducteurs du circuit.

2-Dans la séquence

- Difficultés du travail en groupe

Travailler en groupe n'est pas une tâche simple pour des enfants de huit ans. C'est un apprentissage social de tous les jours, devant se développer tout au long de l'année et dans la plupart des séances. Des difficultés relatives à ce travail spécifique ont été pointées lors de la

séquence proposée.

S'ils peuvent être intéressants dans certains cas, les groupes hétérogènes ont posé un problème, notamment dans la construction du jeu. L'effet de leader (l'élève le moins timide du groupe impose son idée et ses camarades l'acceptent, comme ils acceptent en général ses propositions dans la vie de tous les jours (récréation ...)) ou encore l'acceptation sans remise en question de la proposition de l'élève considéré comme « le bon élève » en général sont apparus dans plusieurs groupes. Dans les groupes hétérogènes, nous espérions pouvoir mettre un tutorat en place : l'élève avec le plus de facilités dans la notion abordée propose d'aider l'élève l'ayant moins bien compris. Cependant on voit souvent, et cela s'est vu lors du déroulement de la séquence, l'élève ayant compris la notion donner directement la réponse à son camarade, faisant perdre au tutorat toute son utilité.

Une autre difficulté du travail en groupe réside dans le fait de « se mettre d'accord ». Tous les membres d'un groupe ayant des conceptions différentes, ils sont dans l'obligation de se résigner à abandonner leur idée pour en choisir une seule qui sera exposée par quelqu'un du groupe. Cette tâche est difficile, notamment pour des enfants. Pour se mettre d'accord il faut, par ailleurs, « s'écouter », tâche nécessitant attention et décentration de soi, apprentissage difficile en classe élémentaire. Cette activité d'écoute n'est pas aisée non plus lorsque l'interlocuteur a du mal à s'exprimer. Les difficultés d'expression sont grandes à cet âge et nous avons observé à plusieurs reprises des élèves n'arrivant pas à s'exprimer correctement pour faire comprendre leurs conceptions. Cette séquence a, en parallèle, un objectif d'apprentissage relatif à la maîtrise de la langue française.

L'aspect théorique de ce mémoire nous a conduit dans une première réflexion à penser qu'il serait judicieux de définir des rôles à imposer et à faire tourner dans chaque groupe (un responsable du matériel, un secrétaire, un tuteur qui rappelle les consignes et « dirige » la tâche ainsi qu'un porte parole) permettant « que tous les élèves travaillent dans un groupe ». Après une réflexion plus approfondie, nous avons choisi de ne pas instaurer ces rôles. En effet, nous pensons que certains rôles peuvent prendre une place trop importante dans le travail de l'élève, ce dernier se centrant uniquement sur cette tâche et délaissant le travail réflexif visé dans l'apprentissage. Par exemple, le « maître du temps » ne se fixerait que sur les minutes qui passent.

- Les mises en commun

Concernant les mises en commun, nous avons remarqué qu'elles étaient difficiles à gérer, les élèves n'étant pas très dynamiques, ni très attentifs. Même si dans la théorie, nous avons compris le rôle du professeur médiateur du savoir, il est difficile de l'appliquer dans les conditions réelles et de

créer un véritable échange lors de ces mises en commun. Après réflexion et échanges avec d'autres professionnels cependant, nous avons de nouvelles pistes sur la manière d'aider les élèves à interagir entre eux et à accentuer leur écoute pendant ces moments clés de l'apprentissage. Nous aurions ainsi pu, par exemple, toujours demander aux autres élèves ce qu'ils pensaient des propos qu'un élève venait d'avoir, afin qu'ils rebondissent activement sur l'explication qui venait d'être fournie. Nous aurions, de plus, pu accentuer le fait que si l'élève n'avait pas écouté l'explication, cela ne servait à rien que l'autre ait parlé, car les paroles des autres élèves sont importantes pour progresser et ne doivent pas être entendues que par l'enseignant. Ceci aurait sûrement accru l'échange entre les élèves.

Par ailleurs, nous avons souvent demandé aux élèves de faire des affiches par groupe. Ces affiches étaient ensuite disposées au tableau pour que toute la classe puisse les observer et en discuter. En cours élémentaire deuxième année, il est toutefois difficile pour un élève de réussir à synthétiser différentes informations sur plusieurs affiches. Cela doit être associé à un apprentissage de lecture de documents. Or, nous n'avions pas pensé à cette difficulté. Nous aurions pu davantage guider les élèves en leur demandant de trouver un point commun entre les affiches, ou de trouver quels étaient les circuits qui se ressemblaient le plus en leur imposant de justifier leurs réponses. Nous avons, au contraire, tendance à dire nous-mêmes, après l'intervention d'un élève pour exposer l'affiche d'un groupe, que cette affiche avait tel point commun avec telle autre affiche, en demandant ensuite simplement au groupe classe ce qu'il en pensait.

- L'institutionnalisation

Concernant l'institutionnalisation, nous avons souhaité qu'elle soit co-construite avec les élèves. Après la mise en commun, nous redemandions, ainsi, aux élèves quelle était la question à laquelle nous avions cherché à répondre tout au long de la séance, nous l'écrivions ensuite au tableau. À partir de là, nous élaborions une carte mentale avec les élèves. Nous avons toutefois déjà imaginé cette carte mentale, et nous cherchions à obtenir, avec les élèves, exactement la carte mentale que nous avions prévue –car dans un souci pratique, nous l'avions déjà photocopiée. Nous n'avions pas conscience alors de fausser la co-construction. Il aurait été plus judicieux d'avoir simplement réfléchi au préalable aux notions essentielles que nous voulions voir figurer dans la carte mentale et de laisser davantage les élèves s'exprimer pour qu'ils retrouvent dans leur trace écrite, les mots qu'ils avaient donnés lors de son établissement. Nous pouvions alors taper cette nouvelle trace écrite à l'ordinateur et la distribuer à un autre moment.

4.2.2 Des facteurs qui aident cette évolution

- Structure des séances

La structure des séances était, tout d'abord, quasiment identique pour plusieurs séances. Cela permettait donc que les élèves se repèrent dans les différents moments de la séance et qu'ils perçoivent les différents enjeux de ces temps : le temps des hypothèses, le temps pour échanger où l'on chuchote avec son groupe, le temps de la manipulation, le temps pour présenter son travail et écouter celui des autres, le temps pour construire la trace écrite, etc. Cette quasi-permanence dans la forme des séances a donné aux élèves des habitudes de travail et leur offre un cadre rassurant dans lequel évoluer sereinement : ils savent à quoi s'attendre lors des séances de sciences.

- Cartes mentales

La carte mentale est une nouveauté pour les élèves. Nous souhaitons que les élèves découvrent cette autre forme de leçon qui offre un apport différent, plus visuel, que la trace écrite ordinaire. Des phrases clés, reprenant les notions essentielles de la recherche associée à la séance, sont également présentes. Bien que ce format de leçon ait pu être déstabilisant pour les élèves au début, nous pensons qu'il les a, finalement, aidés à retenir plus facilement les nouvelles notions.

- Exercices d'appropriation et de réinvestissement

Dans de nombreuses séances, des exercices d'appropriation ou de réinvestissement sont prévus pour aider les élèves à bien construire les nouvelles notions rencontrées. Nous pensons qu'il est essentiel qu'un tel travail d'appropriation et de réinvestissement ait lieu en classe. Ces exercices, qui sont couramment présents dans les séances de français ou de mathématiques, sont parfois oubliés en sciences. Ils participent pourtant activement au bon apprentissage des élèves. Nous adoptons une attitude différente selon que l'élève est en phase d'appropriation : à ce moment-là, nous étayons plus les élèves en les faisant intervenir pour justifier leurs réponses par rapport à la leçon- ; ou en phase d'entraînement : pendant ces temps, nous essayons de moins guider les élèves et nous avons choisi de les corriger individuellement pour mieux repérer les incompréhensions de chacun et pouvoir leur dire quelles leçons mieux revoir.

- Construction par les pairs

Le travail en groupe, les mises en commun ainsi que les débats au sein de notre séquence ont été pensés en référence au modèle socio-constructiviste. En échangeant sur leurs différentes

conceptions, en débattant ... les élèves se trouvent confrontés à des idées auxquelles ils n'auraient pas songé, s'interrogent sur ces dernières et construisent ainsi de nouveaux savoirs. En cela, nous pensons que ce dispositif de construction de la connaissance entre pairs a aidé les élèves à faire évoluer leurs conceptions.

- Un projet motivant les élèves

Travailler autour d'un projet nous a semblé, dès le premier abord, motivant pour les élèves. En leur proposant un jeu concret qu'ils pourront réaliser en fin de séquence, l'apprentissage a un but précis. Les élèves savent pourquoi ils apprennent ces nouvelles notions, à quoi elles leur serviront concrètement.

- La manipulation

Les enfants étant au stade des opérations concrètes, la nécessité de concrétiser les apprentissages est primordiale. Lors de la première séance, deux lampes de poche étaient en circulation dans la classe, permettant aux élèves de manipuler ces dernières, afin de mieux les comprendre. Il aurait été intéressant de fournir une lampe de poche par binôme, voire par élève. Ensuite, le fait de réaliser plusieurs circuits électriques en manipulant plusieurs composants a eu un effet conséquent sur l'apprentissage du circuit électrique. C'est en manipulant que les élèves ont pu concrétiser le fonctionnement de ces circuits. Enfin, le jeu proposé permettait aux élèves de faire le lien entre les différents apprentissages. Nous avons manipulé le plateau devant eux, mais, aux vues des difficultés présentes dans la séance de création du jeu, nous ne les avons pas assez laissé manipuler ce dernier. Les manipulations ont eu un rôle décisif dans l'évolution de leur conception. C'est d'ailleurs pourquoi les élèves ont dû réaliser une manipulation dans l'évaluation sommative.

4.3.1 Rôle de la cinquième séance

1-Description et constats

Nous allons nous intéresser ici à la cinquième séance qui est une séance de réinvestissement des notions pour construire le jeu question-réponse.

Lors de cette séance, les élèves étaient en projet. Dès la séance une, un jeu électrique de « questions-réponses » leur avait été présenté, afin de donner sens aux apprentissages et de mobiliser leur attention : ils comprenaient que ce qu'ils allaient apprendre allait servir à faire ce jeu électrique dans lequel la lampe s'allume si la question et la réponse sont bien reliées.

Les élèves, quant à eux, devaient avoir assimilés les notions vues durant les séances précédentes pour pouvoir les réinvestir dans ce projet de jeu électrique. Au début de cette séance, une phase collective était prévue pour que les élèves expliquent le but du jeu et pourquoi la lampe s'allume ou non. Puis, ils étaient répartis par groupes hétérogènes, afin d'interagir entre pairs et que les élèves en plus grande difficulté ne soient pas démunis. Ils devaient d'abord lister le matériel nécessaire, selon eux, pour la construction du jeu. Le matériel qu'ils avaient listé leur était ensuite distribué sous forme de dessins à coller avec un plateau de jeu qui devait servir à ce qu'ils représentent la face cachée du circuit électrique. Nous avons choisi de les faire utiliser des dessins à coller pour qu'ils ne perdent pas de temps à dessiner et qu'ils puissent manipuler ces dessins presque comme des objets. Ainsi, leur concentration n'était pas fixée sur le fait de dessiner du matériel de façon à ce qu'on le reconnaisse, mais bien sur l'hypothèse d'un circuit électrique qui fonctionne. Ces dessins représentent des lampes, des piles, etc. Les élèves dessinaient eux-mêmes les fils. Les élèves ne devaient effectuer qu'un collage-dessin de circuit par groupe. Les élèves ont, cependant, eu des difficultés à représenter seulement la face cachée du jeu avec les fils électriques apparents, comme nous le leur demandions. Ils matérialisaient tous les éléments du circuit sur une seule face du plateau de jeu, ce qui est compréhensible car un travail de décontextualisation est nécessaire pour se représenter en même temps les deux faces du jeu. Certains groupes s'étaient ainsi mis d'accord sur le fait que trois piles étaient nécessaires, d'autres prévoyaient de mettre plusieurs interrupteurs, un dernier groupe proposait un nombre excessif de fils électriques (vingt-quatre). Puis, quand les élèves étaient d'accord sur un collage-dessin de circuit par groupe, le matériel réel et leur plateau de jeu précédemment élaboré leur étaient distribués pour qu'ils testent et valident ou non leur collage-dessin qui avait, en fait, valeur d'hypothèse.

Dans un dernier temps, un rapporteur volontaire de chaque groupe venait présenter le jeu du groupe à la classe en dévoilant les deux faces du circuit : une webcam et un vidéoprojecteur étaient utilisés afin que toute la classe puisse suivre les explications.

Nous avons pensé, tout d'abord, consacrer une heure à cette séance. En réalité, la mise en commun des groupes a été faite le lendemain, car les élèves ont passé une heure à réaliser leur jeu électrique, ou plutôt parce que nous leur avons laissé une heure pour qu'ils le réalisent. Le temps laissé aux élèves étant plus long que ce que nous avons annoncé, certains élèves se sont dispersés vers la fin de l'activité. Il aurait donc sûrement été bon d'écourter ce temps pour faire une régulation avec le groupe classe afin d'aborder certains problèmes en collectif.

À travers l'analyse de cette séance, nous allons maintenant tenter de comprendre pourquoi des écarts entre ce que nous avons prévu et ce qui s'est réellement passé ont eu lieu.

2- Analyse

En concevant cette séance, nous avons imaginé qu'elle se situerait plus sur l'axe « apprendre » du triangle de Jean Houssaye. Les élèves pouvant interagir entre pairs, ils étaient supposés être en mesure de réaliser le jeu grâce aux consignes successives. Cependant, ils ont eu de nombreuses difficultés et nous avons dû beaucoup les étayer. Il est compliqué d'intervenir partiellement dans chaque groupe, quand tous les groupes demandent de l'aide. Cette demande d'aide peut être liée à plusieurs facteurs. Tout d'abord, la tâche était complexe. La consigne énoncée était ensuite peut-être trop difficile et peu claire pour que les élèves puissent la réaliser en grande partie seuls, ce que nous avons pourtant imaginé. En général, quand nous imaginons une consigne, nous essayons de nous mettre à la place de l'élève pour tenter de percevoir ce qui est clair ou ce qui ne l'est pas. Cependant, avec un peu de recul, nous avons constaté la même chose à la suite de la séance : nous nous sommes rendu compte qu'il n'était pas aisé de demander aux élèves de ne représenter qu'une face du circuit du jeu. Il aurait fallu représenter en parallèle les deux faces du circuit. La face avant avec un plateau de jeu, une lampe, une pile et trois fils, et la face arrière avec un plateau de jeu avec des fils qui relient les bonnes questions aux bonnes réponses (cf annexe sept).

Afin d'entrainer les élèves, il aurait, de plus, été judicieux de formuler une question productive puisqu'elle était plutôt implicite ici. Les élèves savaient qu'ils allaient devoir fabriquer le jeu électrique, mais le simple fait de faire verbaliser les élèves pour arriver à une question comme « Comment réaliser un jeu électrique questions-réponses ? » que nous aurions ensuite écrite au tableau aurait pu aider certains élèves.

Il ne faut pas oublier, en effet, que les savoirs scientifiques répondent toujours à un problème d'où l'intérêt d'une question explicite formulée avec les élèves en début de séance. En circulant dans les groupes, nous avons constaté que les élèves n'avaient pas assez bien compris le fonctionnement du jeu questions-réponses puisqu'ils nous redemandaient de le voir. Nous avons minimisé l'importance du fonctionnement du jeu, alors que ce dernier a une place majeure dans la résolution du problème. Certains groupes ont avancé en voyant le jeu et en pouvant le manipuler directement. Nous les avons aussi étayé en leur posant des questions comme : « Quand est-ce que la lampe s'allume/ne s'allume pas ? Pourquoi ? Comment est-ce possible ? ». Nous avons pensé que le fait de montrer le jeu à toute la classe globalement, en faisant tester le jeu à quelques élèves et en utilisant la webcam pour que toute la classe puisse voir, permettrait directement aux élèves de comprendre le mécanisme du jeu. Ceci n'a, toutefois, pas suffi aux élèves pour comprendre le fonctionnement du jeu, ils ne l'avaient pas assez manipulé. Cette tendance à oublier comment nous-

mêmes avons compris, nous pousse parfois à exposer le savoir sans situation problème, ce qui rend la notion difficilement compréhensible par les élèves. Ici, nous aurions pu mettre l'accent sur la symétrie dans le jeu : quand la lampe s'allume sur la face visible du jeu ou ne s'allume pas, c'est parce qu'il y a des branchements sur la face cachée du jeu qui permettent à la lampe de briller ou non. Nous aurions donc pu expliciter cette notion de lien entre les deux faces du jeu pour faciliter sa compréhension par les élèves. Nous aurions également dû construire davantage avec la classe la correspondance entre le fonctionnement du jeu et le circuit électrique : si la réponse correspond à la question, l'interrupteur est fermé, sinon il est ouvert.

Par ailleurs, nous trouvons intéressant de faire du travail en groupe pour que les élèves échangent entre eux sur leurs idées et leurs manières de faire. Il n'est toutefois pas aisé d'accepter que le volume sonore augmente, on a alors l'impression de moins contrôler la situation. De nombreux travaux de groupe ont été testés dans cette classe au cours de la deuxième période – période pendant laquelle nous avons effectué la séquence d'électricité. Cependant, il faut, en tant que professeur, se forcer à s'effacer un moment pour que l'interaction ait vraiment lieu et que les élèves comprennent qu'ils peuvent construire le savoir eux-mêmes sans attendre que le professeur le délivre. C'est donc une façon de penser qui doit évoluer du côté des élèves comme du professeur. Durant ces travaux de groupe, les élèves apprennent à moduler leur voix, ils doivent parler bas afin d'être entendu de leur groupe, mais pas de l'autre bout de la classe. En tant que professeur, il faut aussi apprendre à moduler ma voix, à l'élever plus au moment où le retour au calme doit se faire pour échanger en collectif, et à parler bas lors de l'échange avec un seul groupe. Les élèves doivent percevoir ce changement de ton qui leur sert de repère.

En ce qui concerne les groupes d'élèves, nous avons choisi, lors de cette séquence uniquement, de les mettre par groupes hétérogènes, dans le but que les élèves ayant plus de difficulté comprennent mieux en discutant avec ceux qui en ont moins. Cependant, nous avons constaté que, quand l'écart de compréhension était trop grand, le groupe ne fonctionnait pas bien : certains élèves n'ont pas vraiment participé à la construction du jeu, se laissant uniquement porter par ceux qui allaient plus vite. Nous pensons que des îlots plus homogènes pourraient être bénéfiques pour les élèves avec plus de difficulté. Cette nouvelle disposition nous permettrait aussi de pouvoir intervenir plus spécifiquement auprès d'un îlot d'élèves, sans avoir à répéter plusieurs fois la même chose pour des élèves dispersés à différents endroits. Elle est, de plus, plus propice à la différenciation : il nous sera sûrement plus facile de donner et d'expliquer des tâches différentes visant un objectif semblable permettant d'acquérir une même compétence. Pour que les élèves s'investissent tous, il aurait peut être été plus bénéfique de faire réaliser à chaque élève son collage-

dessin à partir du matériel listé en groupe. Ces collages-dessins, qui sont des écrits d'investigation, ont ici le rôle d'hypothèse à valider ou non. Puis, chaque membre du groupe aurait pu expliquer aux autres ce qu'il avait fait. C'est cette méthode qui a été mise en place lors des séances précédentes dans lesquelles les élèves étaient ensuite mis par groupes homogènes, c'est-à-dire, par groupes de conception.

Enfin, lors de la mise en commun, les élèves n'étaient pas très dynamiques. Pour rendre les élèves actifs, il aurait pu être utile de comparer des écrits d'exposition des différents groupes. Ces écrits pourraient se présenter sous forme d'une affiche qui représenterait un dessin des deux faces de leur jeu au terme de sa construction. Les élèves construisent, en effet, plus facilement leur argumentation quand ils ont des éléments à comparer sous leurs yeux.

Nous avons donc refait notre fiche de préparation de la séance cinq en ciblant mieux les objectifs et en apportant les changements suite à l'analyse précédente (cf annexe huit). Nous espérons ainsi que les élèves réussiront à mieux imaginer ce qu'il y a dans la boîte du jeu, et à comprendre alors que le fonctionnement du jeu est lié à son fonctionnement électrique. De plus, les actions de l'opérateur du jeu sont nécessaires à analyser pour comprendre la face cachée du circuit électrique. Dans cette nouvelle séance, un temps collectif est donc prévu pour comprendre les actions de l'opérateur et leurs conséquences sur le jeu.

Les conditions dans lesquelles la séance s'est déroulée, ont quand même permis aux élèves d'évoluer dans leurs conceptions du circuit électrique. Ils ont mis en application leurs connaissances sur le circuit électrique pour pouvoir construire un objet nouveau. Ce réinvestissement est un premier pas pour que les élèves se détachent de la leçon et généralisent les concepts relatifs à l'électricité. L'école permet ici, de théoriser, de généraliser pour créer un concept applicable à plusieurs situations : d'abord le jeu questions-réponses, ensuite le fonctionnement d'une lampe de poche, par exemple. Ce processus de généralisation est, cependant, une activité méta-cognitive difficile pour l'élève et il convient de le guider.

5. Conclusion

Dans ce mémoire nous avons étudié l'évolution des conceptions des élèves sur la notion de circuit électrique. En analysant cette évolution j'ai pu me rendre compte de l'efficacité de la démarche d'investigation et notamment l'importance d'une situation problème complexe qui motive l'élève. Cependant ce problème ne doit pas être trop complexe et rester dans la mesure du réalisable (en accord avec la zone proximale de développement décrite par Vygotski). Il doit également bien être expliqué et intégré par les élèves, aspect qui a peut être fait défaut dans notre séquence au vu de la complexité de la réalisation de la séance 5. Pour tous les élèves interrogés dans ce mémoire nous pouvons remarquer que leurs conceptions initiales ont évoluées, se sont transformées. Si cette évolution est effective pour tous les entretiens, je reste cependant avec un sentiment d'inachèvement pour certains élèves. En effet, pour toute notion enseignée, je m'attends à ce que les élèves en ai saisi la totalité, et non seulement une partie. Or, comme pour l'élève n°1, je remarque que certains aspects n'ont pas totalement été assimilés. Ou que pour d'autres, comme l'élève n°7 au vu de sa perplexité, la notion n'a pas été assimilée mais accommodée. En prenant du recul sur ces incompréhensions partielles j'ai pu émettre plusieurs hypothèses concernant leurs origines (cependant la liste de ces hypothèses est certainement incomplète). La compréhension du circuit électrique est une séquence complexe, qui nécessite la prise en compte d'outils abstraits. Au stade des opérations concrètes les élèves ont du mal à saisir cette abstraction. C'est pourquoi la notion de circulation du courant peut être complexe à envisager puisqu'elle n'est pas matérialisable. De plus, lors des vidéos pour les entretiens, je demandais aux élèves de m'expliquer oralement leur compréhension du circuit électrique. Pour cela ils n'avaient à disposition que leur dessin. Si l'élève n'avait pas réussi à produire un dessin qui reflétait sa compréhension, il était difficile pour lui de s'appuyer sur ce dernier pour m'expliquer le fonctionnement de la lampe de poche. De plus il est difficile pour les élèves de CE2 de s'exprimer correctement. Pour certains d'entre eux, peut être qu'expliquer clairement ce qu'ils avaient réellement compris a été la difficulté majeure. Enfin, concernant le jeu, il est évident à présent que nous aurions dû nous attarder davantage à la présentation de son fonctionnement. Ceci aurait certainement permis à plusieurs élèves de réinvestir leurs connaissances sur les notions acquises dans les séances précédentes, pour ensuite faire le lien avec le fonctionnement de la lampe de poche et de tous les circuits électriques.

En somme, pour toutes les séquences de sciences mais également des autres disciplines, il est très frustrant pour le professeur de voir que pour certains élèves la notion n'a pas été totalement intégrée. Cependant ceci se passe très fréquemment. C'est pourquoi il est nécessaire de proposer

une différenciation et de travailler en équipe pour que, l'année suivante, l'apprentissage concernant le même concept puisse être saisi par les élèves.

En entamant ce sujet de mémoire je ne m'étais pas rendu compte à quel point toutes ces analyses me seraient utiles dans ma future professionnalisation. En effet je n'ai pas seulement compris la manière de mettre en place une séquence valide sur l'apprentissage du circuit électrique. J'ai également réalisé la nécessité de l'application de la démarche d'investigation dans les séquences. Si cette démarche est très utilisée pour les sciences elle peut également s'appliquer à d'autres disciplines. En tant que futur professeur des écoles je veillerai à réfléchir à ce que mes séquences répondent au déroulement de celle-ci car je pense que son aspect motivationnel est essentiel dans tous les apprentissages.

Si ce mémoire professionnel m'a beaucoup apporté sur l'aspect de la démarche à poser dans mes séquences, il m'a également permis de m'interroger sur le métier de professeur des écoles dans une vision plus globale. En effet, dans cette séquence, plusieurs problèmes liés à la gestion et à l'organisation de la classe sont apparus. Dans tous les ouvrages de sciences de l'éducation il est vivement recommandé de mettre les élèves en travail de groupe. Il est certain que cette forme de travail est très utile pour les élèves mais elle est cependant parfois difficile à gérer en tant que professeur des écoles. Lors de ces travaux, le niveau sonore de la classe est plus élevé puisque les élèves doivent interagir. Il faut alors veiller à ce que les discussions restent dans le domaine de l'objet étudié et ne dérivent pas sur un sujet autre. La question de l'hétérogénéité ou de l'homogénéité dans les groupes s'est également posée à plusieurs reprises. Après discussion dans le cours de situation professionnelle j'ai alors compris que nous n'avions pas assez anticipé les difficultés pouvant apparaître dans les groupes hétérogènes. Dans les prochains travaux de groupe je porterai une attention plus soutenue à la gestion de ces groupes et à leur organisation.

De plus, suite à chaque réflexion (quelle soit individuelle ou en groupe) nous proposons un débat sur les propositions qui avaient été faites. Face à la gestion de celui-ci je me suis sentie démunie, ne sachant pas exactement comment procéder pour que ce débat soit productif, pour qu'il mène à une réelle réflexion de la part de tous les élèves. En effet j'ai pu constater lors de ce temps que certains élèves n'écoutaient que lorsque venait le tour de leur affiche. Il est alors essentiel pour le professeur d'avoir correctement réfléchi aux affiches qu'il allait proposer au débat et à l'étayage qu'il allait faire. En effet il n'est pas productif d'exposer toutes les affiches si certaines d'entre elles proposent les mêmes conceptions. Si certains élèves pourront être frustrés de ne pas voir leur affiche proposée, il sera alors du rôle de l'enseignant d'expliquer la raison de son choix pour permettre ainsi l'efficacité de la séquence. Concernant l'étayage que je mettrai en place dans des prochains débats j'essayerai de faire en sorte de me positionner en médiateur du savoir et ainsi permettre un réel

travail répondant à la démarche socio-constructiviste. Je pourrai pour cela m'appuyer sur l'étayage proposé par Bruner. Le travail de groupe et la pratique du débat sont deux pratiques difficiles à mettre en place et, comme tout apprentissage, est effectif lorsqu'il est mis en place fréquemment. Dans ma future pratique professionnelle je veillerai à persister à l'acquisition de ces deux méthodes car, même si elles demandent du temps et une remise en question de la part de l'enseignant, elles sont indispensables tout au long de l'année pour permettre l'assimilation de toutes les notions enseignées.

Pour conclure ce mémoire m'a permis d'élargir mes connaissances en terme de professionnalisation. Si en le commençant j'avais la crainte de ne être assez performante pour mener à bien une séquence de sciences, je me rends compte aujourd'hui de la nécessité de ce travail. Grâce à l'analyse de l'évolution des conceptions initiales des élèves j'ai pris conscience de la nécessité d'une bonne démarche et d'une bonne gestion de classe. A l'avenir je prendrai ces deux aspects en compte pour permettre « l'élévation » (H. Pena-Ruiz) de chaque enfant qui me sera confié.

6. Bibliographie

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : J. Vrin.

Barth, B-M. (2013). *Élève chercheur, enseignant médiateur. Donner du sens au savoir*. Paris : Retz.

Djoudi, M. *La consigne, chemin qui mène aux apprentissages*.

→ http://www.oasisfle.com/documents/consigne_en_apprentissage.htm

Fourneau, J.-C, Hersant, M., Orange-Ravachol, D. (2006). « « Pile et ampoule » au CP : À quelles conditions fait-on des sciences ? » *Grand N*, 78, 99-113.

Giordan, A., De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel et Paris : Delachaux et Niestlé.

Inspection générale de l'éducation nationale (2013). *Bilan de la mise en œuvre des programmes issus de la réforme de l'école primaire de 2008*.

IUFM Grenoble, (2012). *Les conceptions mises en œuvre par les élèves dans le domaine de l'électricité*.

→ https://iufm-crest.ujf-grenoble.fr/doc/Conceptions_electricite.pdf

Jacob, F. (1992). *Le Jeu des possibles, essai sur la diversité du vivant*. Paris : Fayard

Joshua, S., Dupin, J.J. (1989). *Représentations et modélisation : le « débat scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : Peter Lang.

Joshua, S., Dupin, J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : PUF.

Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions. Second edition, enlarged*. Chicago : University of Chicago Press.

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche Direction de l'enseignement scolaire, (2002). « Fiches connaissances cycle 2 et 3 ». *Collection École. Documents d'application des programmes*.

Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative (2012). « Programme

école primaire ». *Bulletin officiel*, 1, 20.

Niedderer, H. & Schecker, H. (1992). "Towards an explicit description of cognitive systems for research in physics learning". In Duit, R., Goldberg, F. M., & Niedderer, H. (Eds.).

Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studie. Proceedings of an International Workshop Held at the University of Bremen. Kiel : IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften), 74-98.

Piaget, J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris : Presses universitaires de France.

Revaz, N. (2003). « Écrire dans toutes les matières et de toutes les manières ». *Résonances*, 1.

Saltiel, E. (2005). *La démarche d'investigation, comment faire en classe ?* Fondation La main à la pâte.

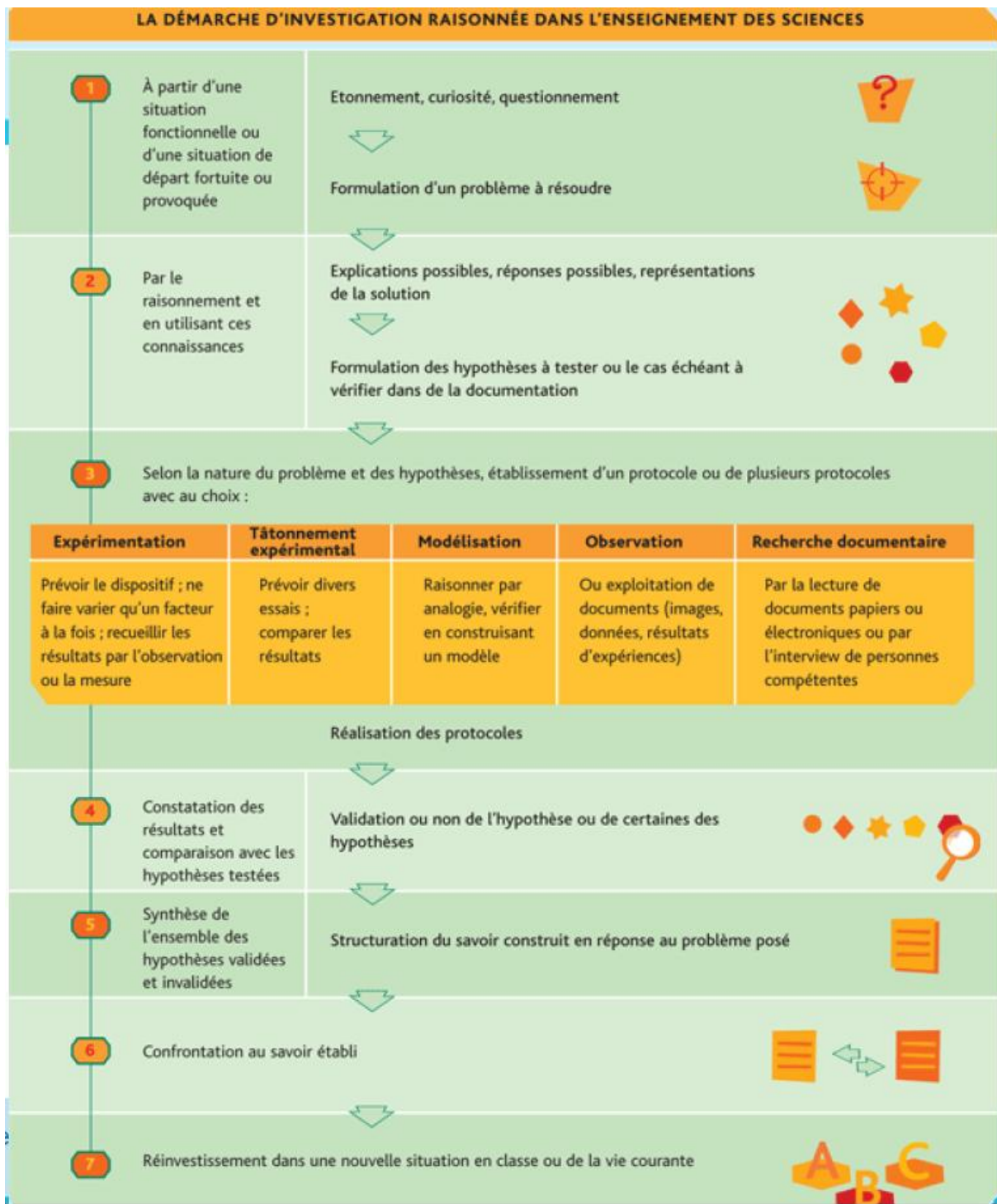
→ http://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/ressources/pedago/11324_Comment_faire_1175_1_Guide_méthodologique_la_démarche_d'investigation_comment_faire_en_classe_guidee_nseignant_fr.pdf

Soudani, M. & Soudani, O. (2005). « Interactions entre l'expérimental et le verbal dans la construction des concepts de circuit électrique en série et en parallèle à l'école primaire analyse de séquences de cours ». In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Éds.), *Par les mots et par les choses, Actes des XXVIIes Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques, techniques et industrielles*. Paris : DIRES.

Tiberghien, A. & Delacote, G. (1976). « Manipulations et représentations de circuit électriques simples : par des enfants de 7 à 12 ans ». *Revue française de pédagogie*, 34, 32-44.

Weisser, M., Masclet, E., & Rémy, M.-J. (2003). « Construction de la compréhension par l'argumentation orale en sciences: expérience menée au Cycle III ». *Aster*, 37, Interactions Langagières 1.

Annexe un : La démarche d'investigation, La main à la pâte



Annexe deux : transcriptions des entretiens

Nous avons mis l'initiale « E » pour « l'enseignante ».

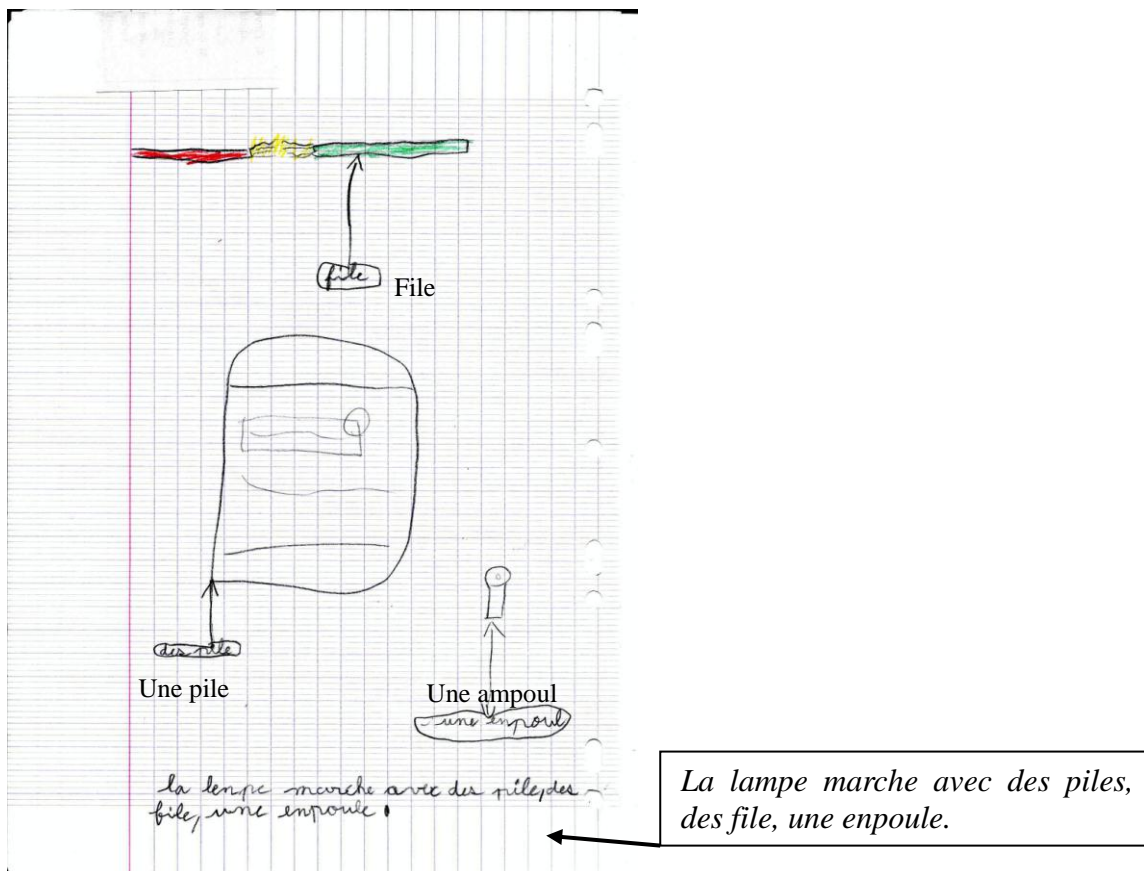
1- Entretien de l'élève 1

1- Premier entretien élève 1

Élève 1 : Là c'est les fils, les fils ils sont dans la pile, l'ampoule elle est dans la petite boîte. Là où il y a une grosse ampoule. La lampe elle marche avec des piles, des fils et une ampoule. Euh ... là il y a le fil rouge et le fil vert. La petite ampoule fait de la lumière dans la grosse ampoule et ça éclaire. Euh ...

E : Si tu as fini tu me dis.

Élève 1 : C'est fini.



2- Deuxième entretien élève 1

Élève 1 : Là, c'est la pile. Après l'électricité elle sort de la pile, Elle va dans des matériaux en métal.

E : Comment on appelle les matériaux en métal ?

Élève 1 :

E : Des matériaux ...

Élève 1 : Conducteurs ! Après quand on referme la lampe, et bah la lumière elle s'éclaire. Après on

peut l'allumer et l'éteindre.

E : Ah ! On peut l'allumer et éteindre. Alors comment on fait pour l'allumer et pour l'éteindre ?

Élève 1 : Bah il y a un petit bouton sur le côté. Quand on le baisse ou qu'on le monte. Par exemple si je baisse le bouton, la lumière elle s'éteint parce que ... euh ... quelque chose ici, et après il touche pas le matériau conducteur et du coup le circuit est ouvert et la lampe ne peut pas briller.

E : Super d'accord, et, du coup, quand tu fermes l'interrupteur qu'est-ce qu'il se passe ? Quand tu appuies sur l'interrupteur et qu'elle brille, qu'est-ce qu'il se passe ?

Élève 1 : En fait le truc, le matériau en métal conducteur il va toucher le matériau en métal et après le circuit est ouvert, euh fermé.

E : Fermé d'accord. Alors est-ce que tu peux me montrer avec ton doigt, en imaginant qu'il y a un interrupteur, le sens du courant. Donc est-ce qu'il fait le courant.

Élève 1 : Il fait ça, après ça s'accroche sur la pile et après ça allume la lampe.

E : Alors attend est-ce que tu peux me ré-expliquer ?

Élève 1 : Il fait ça quand referme ça fait ça. Après la lampe elle est connue ici, aux matériaux en métal. Après la lampe elle brille.

E : Alors juste avec ton doigt, est ce que tu peux me montrer ce qu'il fait le courant ?

Élève 1 : (conception unifilaire)

E : Alors on a imaginé tu vois qu'elle est fermé. On va prendre les dessins d'en dessous. Et on imagine qu'il y a une pile ici (montre l'emplacement de la pile). Alors tu peux me montrer ce qu'il fait ?

Élève 1 : (conception unifilaire)

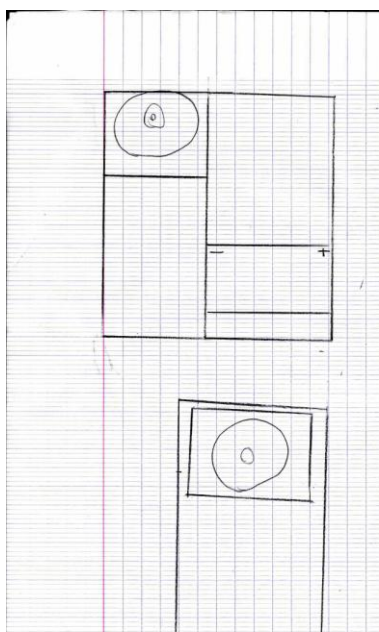
E : ... et après le courant qu'est-ce qu'il fait ? Il reste là ?

Élève 1 : (montre circuit complet du courant)

E : Oui, d'accord. Et l'interrupteur il est où la ?

Élève 1 : Là.

E : D'accord, donc il passe dans l'interrupteur.



1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?
Le circuit est fermé.
Le circuit est fermé.

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?
Car le circuit est ouvert.
Car le circuit est ouvert.

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?
1 pile, 1 lampe, des matériaux en métal.
1 pile, 1 lampe, des matériaux en métal.

2- Entretien de l'élève 2

1- Premier entretien élève 2

Élève 2 : Donc là c'est la petite lampe, là c'est où on appuie sur le petit bouton, et du coup ça allume la lampe qui est là. Après la pile elle est juste là. Et là c'est activé (il montre le signe +) et là c'est non activé (il montre le signe -).

(Il lit sa feuille) Et la lampe de poche peut s'activer en appuyant avec des boutons mais elle peut marcher avec une pile. Et il faut un bouton pour allumer la lampe.

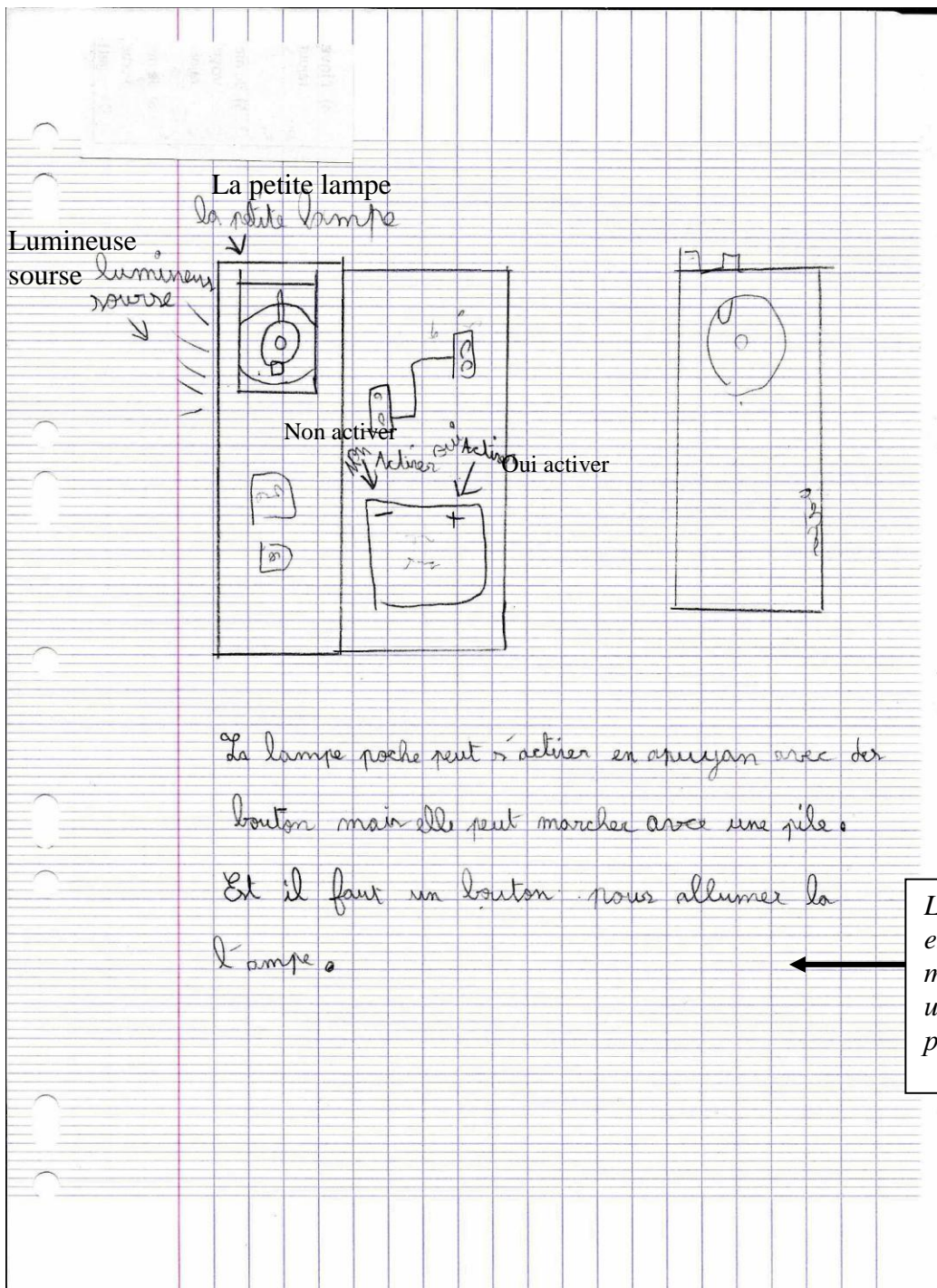
E : D'accord donc là c'est activé (Montre le signe plus) ?

Élève 2 : Oui

E : Et ce n'est pas activé (montre le signe -) ?

Élève 2 : Oui

E : D'accord merci.



2- Deuxième entretien élève 2

Élève 2 : En fait la lampe de poche elle s'allume grâce à l'interrupteur qui est dans la langue lampe ? de poche.

E : Tu peux me montrer où il est ?

Élève 2 : Je sais pas vraiment si c'est ça (montre le bon emplacement)

E : Mhmmh

Élève 2 : Ça c'est l'interrupteur qui est là qui fait briller la lampe. La pile elle n'a pas ses trucs comme ça (parle de ses bornes) parce que, parce que ... ces trucs comme ça qui sont un peu penchés ils sont ici je crois (comme si les fils étaient reliés à l'interrupteur et à un autre matériau). Et du coup ça donne à l'interrupteur de marcher, c'est pour ça que la lampe, elle brille.

E : D'accord est-ce que tu peux m'expliquer comment est le circuit de la lampe, comment il circule le courant ? Qu'est ce qu'il fait ton courant ?

Élève 2 : Bah .. euh ... Je sais pas trop.

E : Tu sais pas trop ?

Élève 2 : Non.

E : Alors est-ce que tu veux que je t'explique ?

Élève 2 : Oui

E : (Explique). Alors est ce que tu peux me réexpliquer ?

Élève 2 : Alors là il y a un fil, le courant il passe comme ça. Il va dans l'interrupteur, ça ferme l'interrupteur, et ensuite ça va dans la lampe, et du coup après ça va dans la pile, et après la lampe elle brille.

E : D'accord et du coup comment tu fais si tu veux allumer ou éteindre la lampe ?

Élève 2 : On a qu'à lâcher... fermer le courant ... euh non on ferme pas le courant, on le ... on le ... ouvre.

E : Alors on ouvre le courant ?

Élève 2 : Oui pour que ça ne marche plus.

E : D'accord donc quand j'appuie sur l'interrupteur, zioup, le circuit il est comment ? Quand la lampe elle brille, le circuit il est comment ?

Élève 2 : Il est fermé.

E : Mhmmh, et du coup l'interrupteur qu'est ce qu'il permet de faire au circuit ? Quand la lampe elle ne brille plus ?

Élève 2 : De fermer la lampe .. la lampe.

E : Et l'interrupteur, quand je ne veux plus que ma lampe brille ?

Élève 2 : Bah tu le lâches.

E : Et du coup le circuit est comment quand j'ai lâché mon interrupteur ?

Élève 2 : Il est ouvert.

E : D'accord et du coup les matériaux À l'intérieur, les fils qu'on a imaginé, c'est des matériaux comment ?

Élève 2 : Des matériaux ... conducteurs.

E : D'accord, et qu'est-ce que ça veut dire conducteur ?

Élève 2 : Des objets en fer qui marchent.

E : Qui marche. Alors qu'est-ce qu'ils font les matériaux conducteurs par rapport au courant ?

Élève 2 : Bah ... il fait briller la lampe.

E : Oui donc le courant dans un matériau conducteur, il...

Élève 2 : ...

E : Un matériau conducteur permet de faire passer le courant.

Élève 2 : Oui (répond comme une évidence)

E : Parce que si on ne met pas de matériaux conducteurs, est ce que le courant il peut passer ?

Élève 2 : Non.

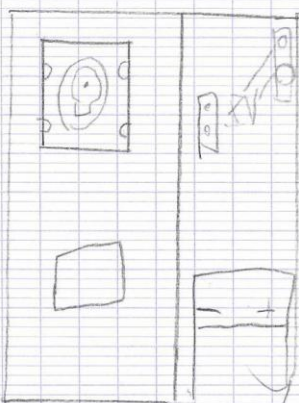
Recherche

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?
Elle est allumer.
.....
..... Elle est allumer

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?
Parce que l'interrupteur est pas fermé
.....
Parce que l'intérupteur est pas fermé

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?
Les matériaux sont une lampe, une pile, des files.
.....
Les matériaux sont une lampe, une pile, des files.

Comment la petite lampe fais pour briller ?



← Sa c'est l'interrupteur qui fais briller la lampe.

Comment la petite lampe fais pour briller ?
Sa c'est linterupteur qui fais briller la lampe.

3- Entretien de l'élève 3

1- Premier entretien élève 3

Élève 3 : Ça touche le petit et ça va s'allumer.

E : D'accord et tu sais comment ça se fait qu'elle s'allume ? Est ce que tu peux m'expliquer plus ?

Qu'est-ce qu'il se passe dans la lampe ?

Élève 3 : ...

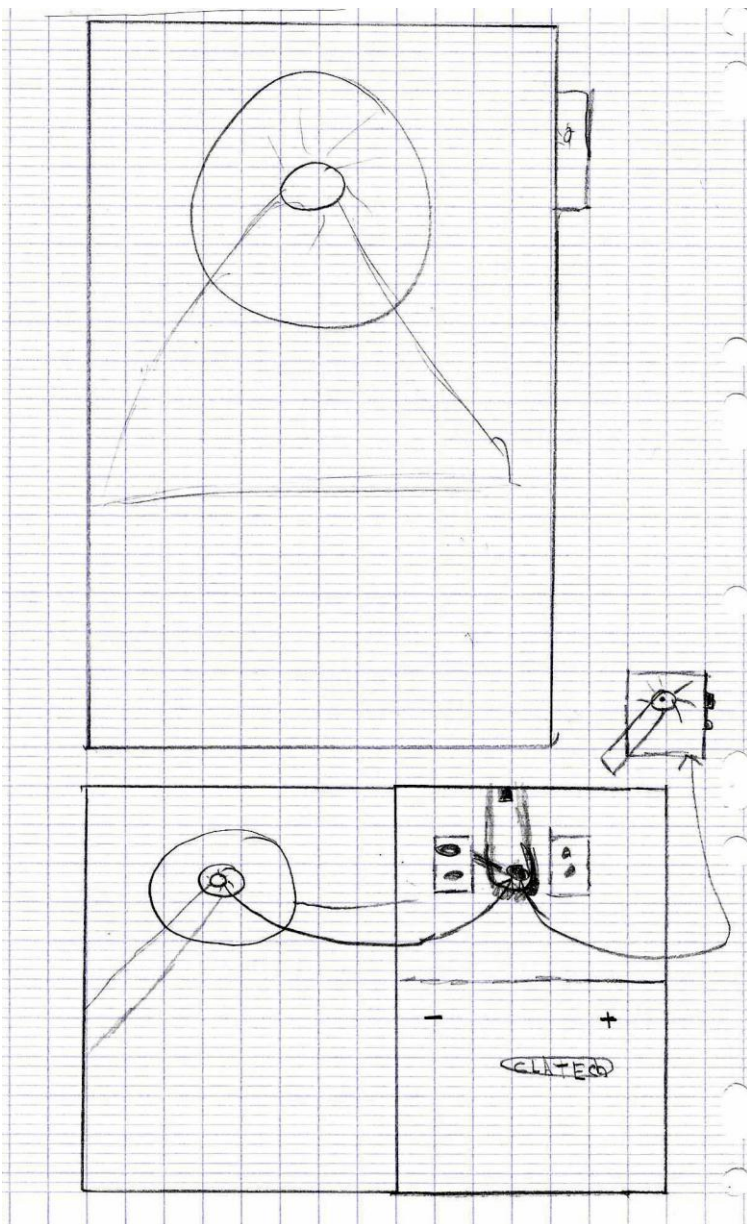
E : Donc pour toi l'ampoule elle touche ça, et hop ça marche ?

Élève 3 : Oui ...

E : D'accord, c'est bien.

Élève 3 : Et ça marche avec la batterie.

E : D'accord.



2- Deuxième entretien élève 3

Élève 3 : Le petit point il touche le gros point en métal, et la lampe se ferme, et après on pousse le bouton et ça marche.

E : Ok. Du coup qu'est ce qu'il fait ton courant là ? il part d'où pour aller où ?

Élève 3 : Il part de là (montre le culot de l'ampoule) et arrive là (où vient se fixer l'ampoule)

E : D'accord et du coup là ta pile elle sert à quoi ?

Élève 3 : Il y a un truc là .. il y a deux matériaux en métal ...

E : Qui permettent de faire quoi ?

Élève 3 : Ils permettent de ... allumer la lampe.

E : Mm du coup ton courant il est où au tout tout début ?

Élève 3 : Bah il est là (remontre le culot)

E : Il est là ? Il est pas dans la pile ?

Élève 3 : Ah oui il est là.

E : Oui au début ton courant il est dans ta pile (pointe la pile). Et après qu'est ce qu'il fait pour aller dans la lampe ?

Élève 3 : J'ai oublié de faire les traits.

E : C'est pas grave, tu imagines.

Élève 3 : Je fais des traits et le circuit il vient là (culot) et après quand on ferme la lampe ça s'allume.

E : D'accord et ton circuit quand ta lampe est allumée, il est comment ?

Élève 3 : ...

E : On dit qu'il est ?

Élève 3 : Fermé.

E : Qu'il est fermé. Et du coup l'interrupteur il sert à quoi ici ?

Élève 3 : Bah il sert à allumer la lampe.

E : Et ça marche comment un interrupteur ?

Élève 3 : J'ai pas fait d'interrupteur.

E : Ah tu n'as pas fait, je croyais que c'était ça. Ok.

Recherche

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?

Le petit bou de la lampe touche le ron an métal.

Le petit bou de la lampe touche le ron an métal.

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?

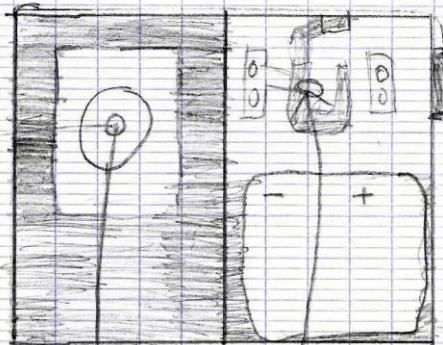
Le bou de la lampe le petit bou.

Le bou de la lampe. le petit ron.

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?

La pile la lampe.

La pile la lampe.



sa sa touche le petit ron
an métal.

Sa, sa touche le petit rond en métal.

4- Entretien de l'élève 4

1- Premier entretien élève 4

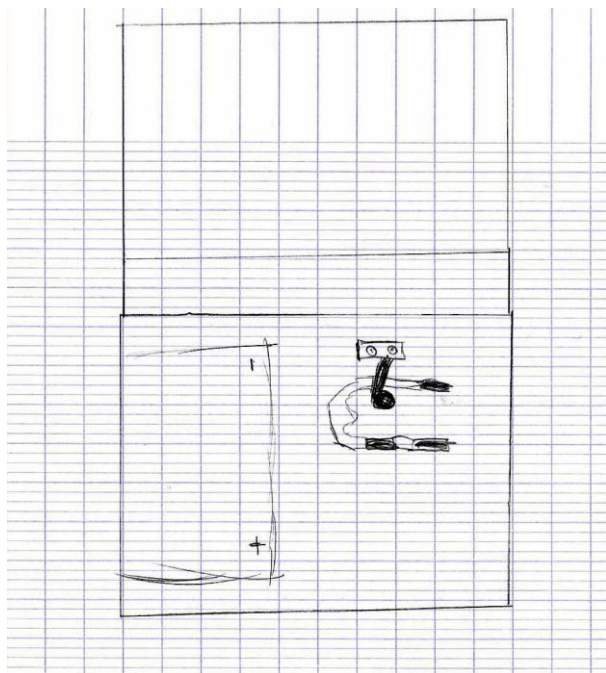
Élève 4 : Quand on allume la lampe de poche ça, ça permet que ça allume, que ça commence à éclairer quand ça touche (montre l'interrupteur) . Et quand on ferme, tt qu'on allume, et bah ça touche ça (montre les deux parties de l'interrupteur) et bah ça permet à la pile de marcher et ça éclaire, ça éclaire l'ampoule qui est ici, ça donne de l'électricité, ça marche comme ça et dès que ça appuie là ça met l'électricité ici.

E : Ok et du coup ... là l'électricité elle est où ?

Élève 4 : Elle est dans la batterie.

E : D'accord, et là elle va comment pour allumer la ...

Élève 4 : C'est relié à ça et quand on fait ça (actionne l'interrupteur) ça touche ici et ça permet à la batterie de marcher quand ... ça va là par ce que ça fait de l'électricité et que ça appuie la, la lampe ici elle marche parce que ça touche ici.



2- Deuxième entretien élève 4

Élève 4 : Quand on baisse l'interrupteur, ça va toucher ici, ça va baisser, après ça va appuyer là (passe dans la lampe), là (arrive à la pile), après ça va faire plus petit là, après ça refait comme ça le tour, quand, euh..., et la lampe elle s'allume.

E : D'accord, donc est-ce que tu peux me montrer le sens du courant, qu'est-ce qu'il fait ton courant ?

Élève 4 (en murmurant) : Sens du courant...

Élève 4 : Il fait ça (montre un circuit fermé qui part du + la pile pour arriver au -). Et là, ça refait le tour comme ça.

E : D'accord, ok. Du coup, ton circuit il est comment là ?

Élève 4 : Il est, il est, il est fermé.

E : Et l'interrupteur, il sert à quoi ici ?

Élève 4 : Il sert à... quand tu baisses euh, en fait, je pouvais pas dessiner, quand tu baisses cette partie là, c'est coupé là, c'est coupé.

E : Du coup, quand c'est coupé, qu'est-ce qui se passe ?

Élève 4 : Bah, la lampe elle s'éteint, et le circuit...

E : Pourquoi ?

Élève 4 : Et le circuit il est ouvert.

E : Du coup, qu'est-ce qu'il se passe au niveau du courant ?

Élève 4 : Bah, le courant, il circule plus, dans, dans, dans le circuit.

E : Et, du coup, les matériaux à l'intérieur, ils sont comment ?

Élève 4 : Ils sont conducteurs.

E : D'accord, très bien, et ça veut dire quoi conducteurs ?

Élève 4 : C'est les matériaux en métal, comme le papier alu, les attaches parisiennes... tout ça.

E : Et ils permettent quoi ces matériaux ? Ça permet quoi ?

Élève 4 : Bah, euh, ça permet que le courant de la batterie, il passe.

Recherche

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?

Le circuit est fermé.

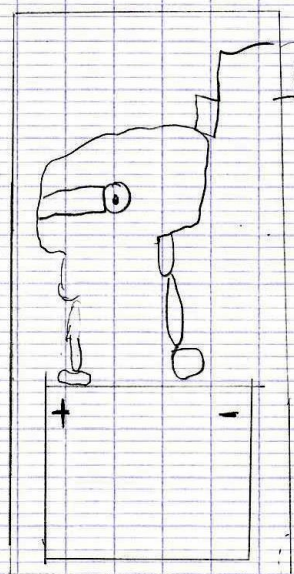
2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?

Parce que l'interrupteur est baissé.

Par ce que l'interrupteur est baissé (baissé)

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?

Les matériaux conducteurs.



5- Entretien de l'élève 5

1- Premiers entretiens élève 5

Séance un : [à propos de la lampe de poche]

Élève 5 : J'ai déjà fait la lampe fermée, et après je l'ai faite ouverte. Et j'ai mis quand elle est ouverte l'électricité ne marche pas, par ce que c'est ce bout là, il ne touche pas le petit point, hé bah en fait ça ne marche pas, puisque l'électricité se colle au fer et ça fait de l'électricité. Et quand la lampe se referme bah elle s'allume et on appuie sur un bouton. Et par ce que ça touche ce petit bout. Et voilà.

M : OK donc c'est le fer qui fait passer l'électricité ?

Élève 5 : Oui

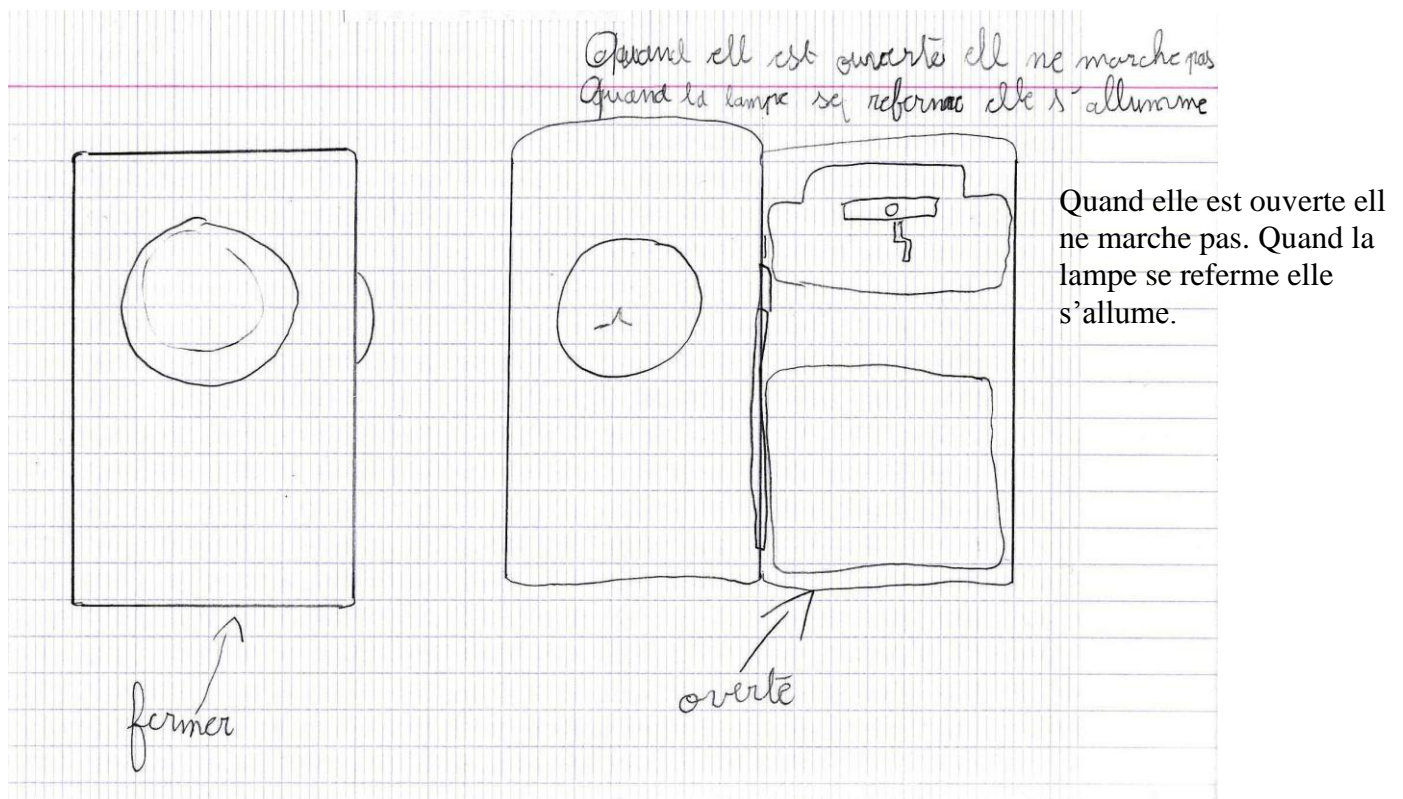
M : D'accord. Et du coup tu peux m'expliquer le rôle de la pile ?

Élève 5 : ...

M : Elle est où ta pile ?

Élève 5 : Là, est la pile, et bah elle fait fonctionner la source lumineuse qui est ici.

M : D'accord, ça marche.



Séance deux : [à propos du circuit électrique imaginé par l'élève 5 pour répondre à la question « Comment allumer une lampe qui est loin de la pile ? »]

Élève 5 : La pile elle est raccordée aux deux fils, et les fils et bah ils vont jusqu'à la lampe (montre l'électricité qui passe dans les deux fils en même temps, de la pile vers la lampe = courants antagonistes)

E : Mhmh

Élève 5 : Et après ça fait de l'électricité et euh ... de la lumière.

E : D'accord et du coup, elle va comment l'électricité là ? Comment ça marche ?

Élève 5 : Ça passe par les fils (montre la conception des courants antagonistes).

E : D'accord.

Élève 5 : Et c'est la pile qui marche avec les fils.

2- Deuxième entretien élève 5

Élève 5 : La lampe de poche, elle marche avec une pile, un interrupteur et puis les interrupteurs ils plient les borgnes et du coup ça touche et ça appuie la, la. Et du coup ça fait de l'électricité.

E : Alors est-ce que tu peux m'expliquer comment il circule le courant la ?

Élève 5 : Euuuuuh ... bah il circule comme ça (bonne conception)

E : D'accord alors par exemple il part de ...

Élève 5 : Là, il va là, il traverse vers ce petit trait, après il va dans le rond ...

E : Le rond c'est quoi ?

Élève 5 : C'est le bouton où on augmente, je crois. Et après ça va dans l'interrupteur, après ça descend, et après ça va dans le moins, et après ça recommence.

E : Et elle est où ta lampe là ?

Élève 5 : Ma lampe et bah je l'ai pas dessinée, elle est là (monte le boîtier de gauche)

E : D'accord. Donc là ça fait ça, ça va dans un bouton

Élève 5 : Oui

E : Et là ça vient dans l'interrupteur et hop ça revient ?

Élève 5 : Oui

E : Comment il marche l'interrupteur ?

Élève 5 : L'interrupteur il marche quand on appuie sur ce bouton là (ne montre pas l'interrupteur mais le petit trait) et si on appuie pas dessus ça marche pas.

E : Alors quand on appuie dessus ça veut dire que le circuit il est comment ?

Élève 5 : Il est ouvert.

E : Alors quand on appuie dessus il est ouvert.

Élève 5 : Euh je veux dire fermé !

E : Il est fermé ? La lampe elle brille ou elle ne brille pas ?

Élève 5 : Elle brille !

E : D'accord.

Élève 5 : Et quand on appuie pas dessus le circuit il est ouvert puisque ça fait pas de l'électricité.

E : Et du coup quand l'interrupteur est ouvert ... comment ça se fait que ça marche pas ? le courant il peut passer ?

Élève 5 : Il peut pas passer.

E : Et du coup les matériaux à l'intérieur ils sont comment ?

Élève 5 : Ils sont conducteurs.

E : Ça veut dire quoi ?

Élève 5 : Qu'ils passent. Que ça peut ... qui peuvent ... qui sont des machins métalliques et du coup ça peut ... comment dire ... faire marcher la lampe.

E : D'accord donc les matériaux conducteurs ...

Élève 5 : Ils font marcher la lampe. Enfin briller la lampe.

E : Ils font passer le courant.

Élève 5 : Oui, passer le courant dans la lampe pour qu'elle brille.

Recherche

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?
Le circuit est fermé. Parce que le circuit est fermé.

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?
Parce que le circuit est ouvert.

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?
Une pile, un interrupteur, une lampe.

Parce que la lampe appuie sur l'interrupteur.

En fait la pile et ses bords surtout ses bords sont pliés et l'interrupteur appuie sur les bords et la lampe appuie sur l'interrupteur. En fait la pile et ses bords, surtout ses bords sont pliés et l'interrupteur appuie sur les bords et la lampe appuie sur l'interrupteur.

6- Entretien de l'élève 6

1- Premier entretien élève 6

Élève 6 : Donc pour que ça marche, il faut qu'il y ait une batterie. Et euh ... euh ... un fil ou un câble qui partent, qui fait partir l'électricité vers l'ampoule, qui sera accroché. Et il faut que l'électricité revienne dans la batterie. Tout ça s'appelle un circuit ouvert. Par contre si on coupe le circuit ... euh donc si on coupe le circuit c'est un circuit ouvert, si on ne le coupe pas c'est un circuit fermé.

(vidéo coupée)

Élève 6 : Et c'est ça qui fait que l'ampoule s'accroche est que l'électricité arrive dans l'ampoule, et ça l'a fait marcher.

E : OK

l'électricité par vers l'ampoule

l'électricité revient batterie

ampoule

Quand on coupe le circuit, elle ne s'allume plus parce que le circuit est OUVERT. Et quand ça marche, le circuit est FERMÉ.

Quand on coupe le circuit, elle ne s'allume plus parce que le circuit est ouvert. Et quand ça marche, le circuit est fermé.

2- Deuxième entretien élève 6

Élève 6 : Ici c'est la pile qui fournit l'électricité. Le + il envoie l'électricité et le - il attire l'électricité. L'ampoule envoie la lumière de la lampe. L'interrupteur ouvre et ferme le circuit. L'allume et l'éteint.

E : D'accord donc quand l'interrupteur est fermé, qu'est ce qu'il se passe ? Tu peux me montrer le trajet du courant ?

Élève 6 : Il part du +, il va ... enfin la lampe elle se trouve là, et du coup il fait ça. (Bonne conception)

E : Ok et du coup le circuit il est comment ?

Élève 6 : Fermé.

E : Et quand tu appuis sur l'interrupteur ?

Élève 6 : Il s'ouvre.

E : Et les matériaux à l'intérieur ils sont comment ?

Élève 6 : Ce sont des matériaux conducteurs.

E : D'accord.

Élève 6 : Il y a une ampoule ici, et une pile et un interrupteur.

E : D'accord et du coup il y a quoi pour relier tout ça ?

Élève 6 : Des fils ...

E : Des matériaux ?

Élève 6 : Conducteurs.

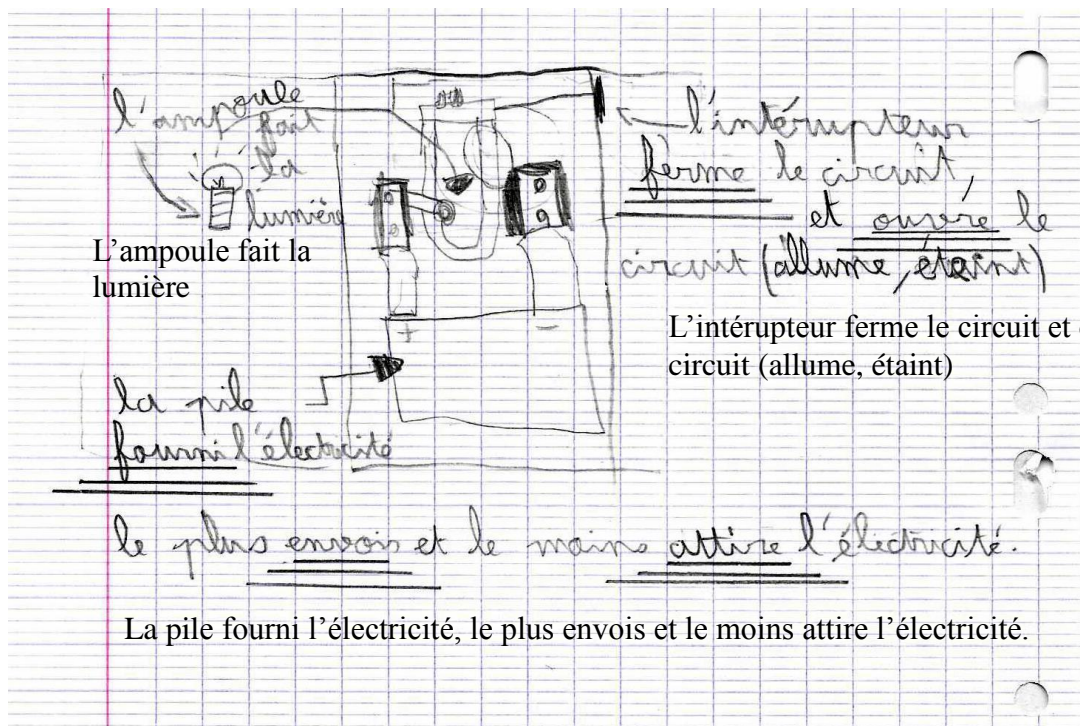
E : Ok.

Recherche

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?
Le circuit est fermé.

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?
Parce que l'interrupteur ouvre le circuit.

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?
Il y a : 1) une ampoule 2) un interrupteur 3) une pile (ce sont des matériaux conducteurs).

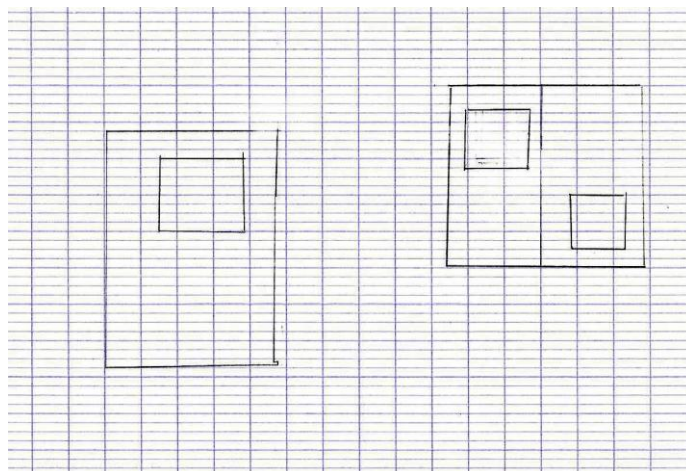


7- Entretien de l'élève 7

1- Premier entretien élève 7

Élève 7 : Alors il y a un petit truc ici, une pointe. Ça appuie sur un (incompréhensible) et c'est accroché à la pile et ça fait de la lumière.

E : D'accord.



2- Deuxième entretien élève 7

Élève 7 : Là en fait il y a un petit bout, et ça va appuyer sur un ... truc accroché à la pile (borne). Et ça va projeter de l'électricité. Et la lampe s'allume.

E : D'accord. Donc est ce que tu peux m'expliquer ... le circuit en fait de la lampe de poche ? D'où il part le courant, où il arrive ? Par quoi il passe ?

Élève 7 : Il part par la lampe.

E : Il part par la lampe ? Par où ?

Élève 7 : Par la pile. Et après ... après ...

E : Alors il va où ? Alors là, le courant il est là, qu'est ce qu'il fait maintenant ?

Élève 7 : Bah il va aller sur l'interrupteur. Et après quand on va fermer la lampe ça appuie sur ça et ça s'allume. (Courant unifilaire)

E : Ok donc là il est dans l'interrupteur, on imagine qu'il y a un interrupteur. Et après il va où le courant ? Imaginons que ça c'est la lampe.

Élève 7 : Il va là (montre la lampe/ampoule).

E : D'accord et après il va où ?

Élève 7 : Là. (Montre la pile)

E : D'accord. Donc tu peux me dessiner, imaginer, comment il fait ?

Élève 7 : Il fait comme ça. (Bonne conception)

E : Et il revient où ?

Élève 7 : Dans la batterie sur le -.

E : D'accord. Alors là il y a un interrupteur, à quoi il sert l'interrupteur ?

Élève 7 : À allumer la lampe.

E : D'accord, donc euh ... quand ta lampe elle brille, ton circuit il est comment ?

Élève 7 : Fermé.

E : D'accord et qu'est ce qui permet de le fermer ?

Élève 7 : Mmm l'interrupteur.

E : D'accord et quand la lampe ne brille pas ?

Élève 7 : Bah le circuit est ouvert.

E : Mmm et l'interrupteur il permet de ... ?

Élève 7 : D'éteindre ...

E : Il permet d'ouvrir le circuit.

Élève 7 : Mmm (pas sûr)

E : Et les matériaux à l'intérieur, ils sont comment ?

Élève 7 : Bah ils sont ... en métal.

E : Et comment t'appelle ... enfin ça veut dire quoi ils sont en métal ?

Élève 7 : Bah c'est des matériaux conducteurs.

E : D'accord et ça veut dire quoi un matériau conducteur ?

Élève 7 : ...

E : Qu'est ce qu'ils font les matériaux conducteurs ? Ils permettent quoi ?

Élève 7 : De rejeter de l'électricité.

E : De conduire le courant, que le courant il passe. Si on avait mis de la gomme, est ce que ça aurait marché ?

Élève 7 : Bah ... non.

E : Pourquoi ?

Élève 7 : Parce que c'est pas un objet conducteur.

E : Comment on les appelle ces matériaux ?

Élève 7 : ...

E : Tu ne te rappelles plus ? I ...

Élève 7 : Isolants.

Recherche

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?

Le circuit est fermé.

Le circuit est fermé

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?

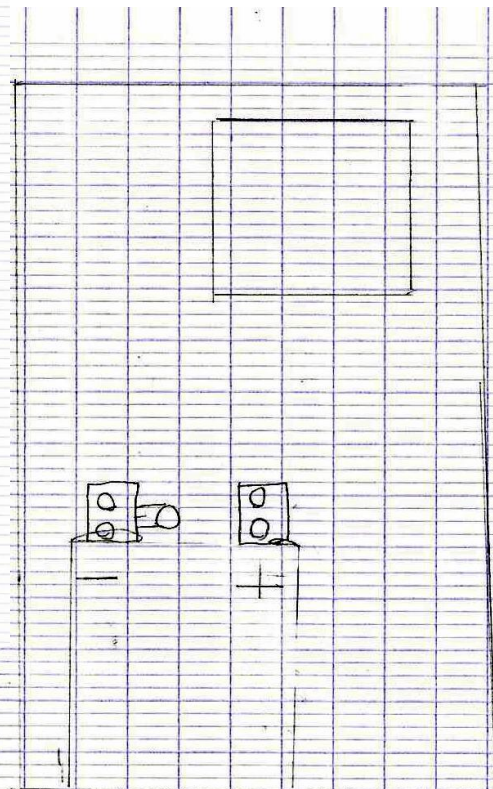
Parce que l'interacteur est ouvert.

Parce que l'interacteur est ouvert

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?

une pile.

... Une pile.



8- Entretien de l'élève 8

1- Premier entretien élève 8

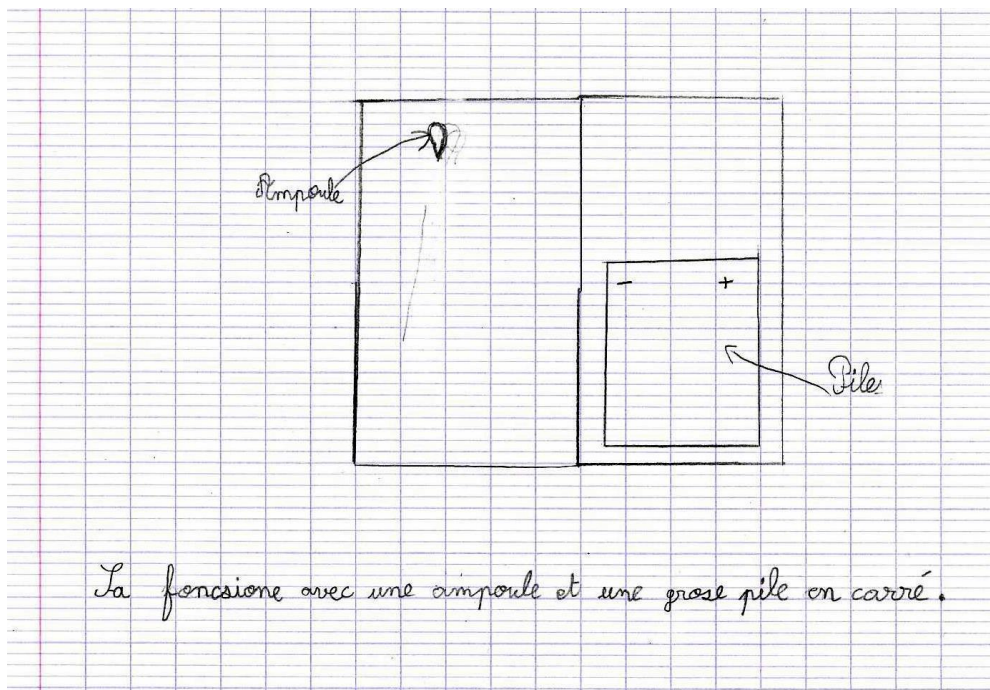
Élève 8 : La lampe de poche ça marche avec une pile et une toute petite ampoule. Et euh ... Voilà.

E : OK. Et qu'est-ce qu'il se passe quand ça se ferme ? Quand la lampe est fermée qu'est-ce qu'il se passe ?

Élève 8 : Hé ben ... hé ben ... elle brille.

E : Ok

Élève 8 : Elle s'allume.



2- Deuxième entretien élève 8

Élève 8 : Avec une pile, et une petite ampoule, là. Et puis ça s'appelle des matériaux conducteurs.

E : Et du coup comment elle marche la lampe là ? Est ce que tu peux me dire comment ça se fait qu'elle marche ?

Élève 8 : Bah elle marche avec un ...

E : Est ce que tu peux m'expliquer le circuit de la lampe de poche ?

Élève 8 : Euh ...

E : Alors le courant il part d'où ?

Élève 8 : Il part de là.

E : Mmm de la pile. Et après qu'est ce qu'il fait ton courant ? Pour allumer la petite lampe ?

Élève 8 : Bah il doit passer par là. Pour aller là. (Conception unifilaire)

E : Mmm et après ?

Élève 8 : Après elle s'allume la lampe.

E : D'accord donc je te montre avec mon doigt, le courant il part de là et il fait ça (conception unifilaire) pour aller dans la lampe ?

Élève 8 : Oui.

E : Ok. Et du coup elle sert à quoi la borne moins ?

Élève 8 : Hé bah en fait le courant il fait comme ça. (Bonne conception)

E : D'accord donc qu'est ce qui relie là ?

Élève 8 : Du fil électrique.

E : Mmm d'accord, donc est ce que tu peux me montrer le sens du courant, en imaginant qu'il y a des fils ?

Élève 8 : Bah c'est comme ça.

E : D'accord et du coup ta lampe de poche elle est tout le temps allumée. Si le courant il fait tout le temps comme ça, ta petite lampe elle brille tout le temps. Comment tu fais pour l'éteindre ?

Élève 8 : Bah il y a un interrupteur ici, comme un petit bouton. J'appuie dessus et la lampe elle s'éteint.

E : D'accord et du coup quand t'appuie dessus, ton circuit il est comment ?

Élève 8 : Ouvert.

E : D'accord donc quand elle ne brille pas ton circuit il est ?

Élève 8 : Ouvert.

E : et quand elle brille ?

Élève 8 : Il est fermé.

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?

~~Le circuit est ouvert.~~ Le bout de métal touche le petit bouton ou on l'allume.

Le bout de métal touche le petit bouton ou on l'allume.

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?

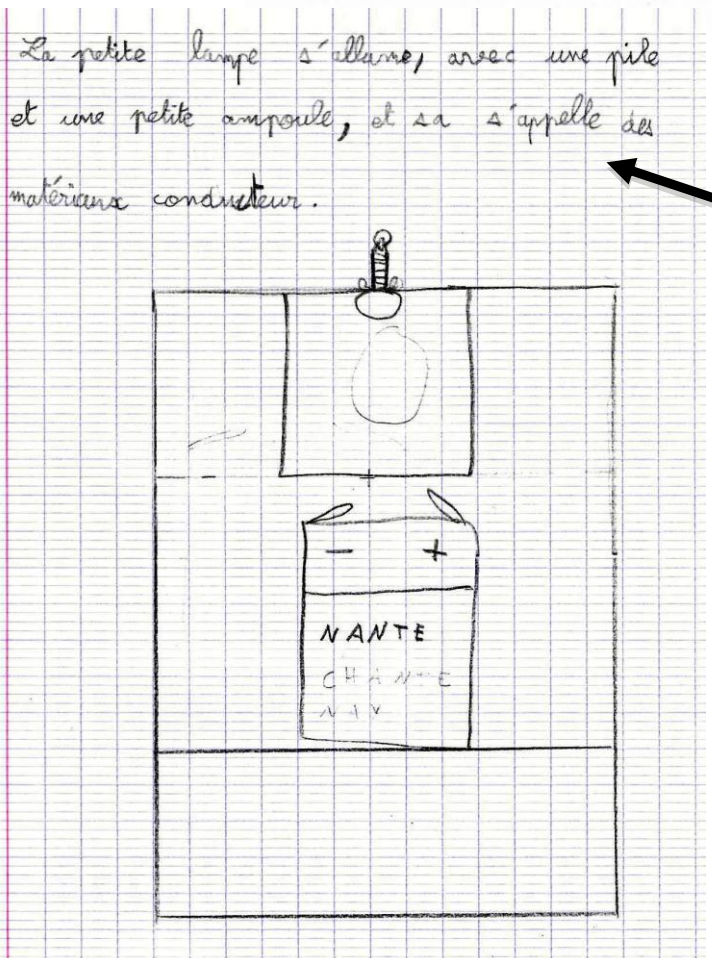
Parce que j'en a pas appuyer sur le bouton.

Parce que on a pas appuyer sur le bouton.

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?

Les matériaux conducteurs. Ça s'appelle des matériaux conducteurs.

Ça s'appelle des matériaux conducteurs.



La petite lampe s'allume, avec une pile et une petite ampoule, et ça s'appelle des matériaux conducteurs.

9- Entretien de l'élève 9

1- Premier entretien élève 9

Élève 9 : L'électricité elle passe de la pile à la lampe, parce que la pile elle a de l'électricité dedans. Et donc grâce aux fils électriques et ben la lampe et bah elle ... elle produit ... elle a de l'électricité et donc elle s'allume.

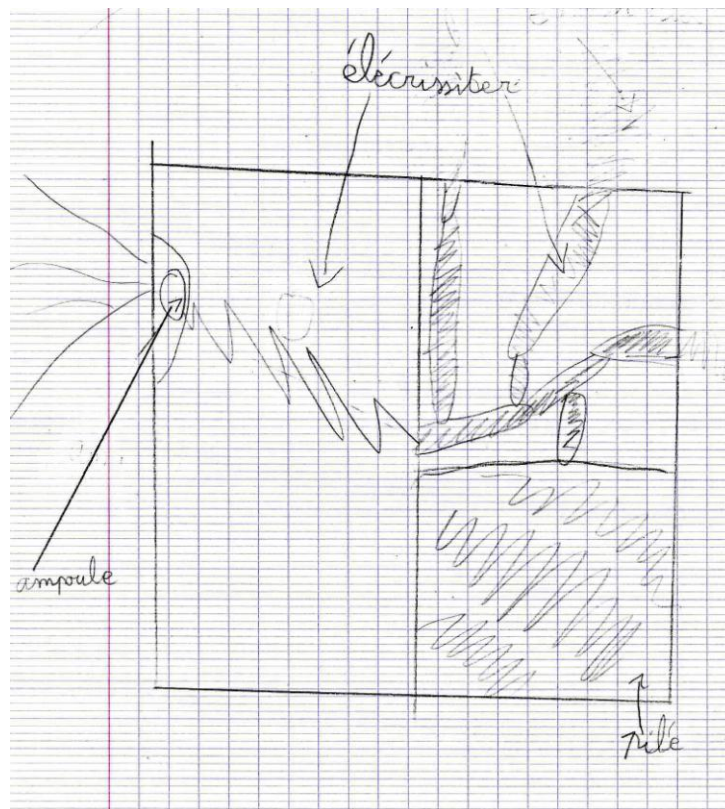
E : D'accord. Donc il sert à quoi le deuxième fil ?

Élève 9 : Le deuxième fil, euh bah il sert à que l'électricité soit plus puissante ... euh soit plus, en fait ... euh oui que l'électricité ... euh soit plus puissante pour la lampe.

E : Du coup l'électricité elle est là, dans la pile. Et comment elle va ... est ce que tu peux me montrer comment elle va dans la lampe ?

Élève 9 : Par ce câble elle va comme ça dans la lampe (conception unifilaire)

E : D'accord.



2- Deuxième entretien élève 9

Élève 9 : En fait la pile elle produit de l'électricité pour la lampe. Et là, t'as un interrupteur et quand t'appuies sur le bouton ça relâche et la lampe ne s'allume pas. Mais si tu appuies sur le bouton ça appuie sur le bouton et la lampe s'allume parce que l'électricité peut passer.

E : D'accord donc le circuit il est comment là ?

Élève 9 : Bah là il est fermé.

E : Mmm et si tu appuies sur le bouton ?

Élève 9 : Et bah si j'appuie sur l'interrupteur il est fermé, mais si je n'appuie pas sur l'interrupteur il est ouvert.

E : D'accord et du coup les matériaux à l'intérieur ils sont comment ?

Élève 9 : Conducteurs.

E : Alors est ce que tu peux me remonter le sens du courant ?

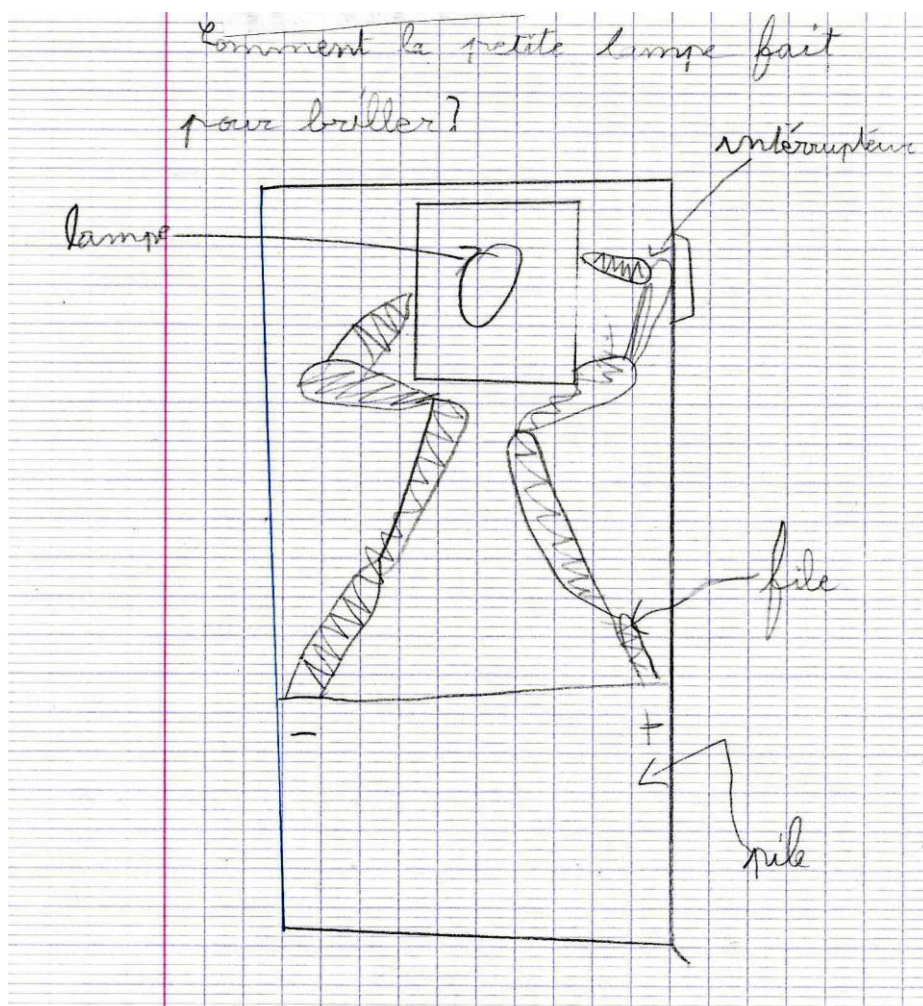
Élève 9 : (Bonne conception)

Recherche

1) Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?
Il est fermé

2) Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?
Quand le circuit est ouvert

3) Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?
Des matériaux conducteurs



Annexe trois : Séquence réalisée

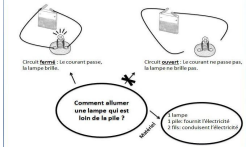
Règles de sécurité, dangers de l'électricité. Circuits électriques alimentés par des piles.


<p>Date : Période 2</p> <p>Discipline : Sciences. Les objets techniques.</p>	<p>Compétence(s) travaillée(s) :</p> <ul style="list-style-type: none">-Avoir des notions sur la sécurité dans l'usage de l'électricité au quotidien et savoir que le passage de l'électricité dans le corps humain présente des dangers qui peuvent être mortels.- Distinguer l'électricité de la pile et celle délivrée par le secteur.- Analyser le fonctionnement de différents objets techniques de la vie quotidienne (lampes de poche, jouets à pile...).- Effectuer une première distinction entre conducteurs et isolants électriques. Le détecteur de courant sera ici une lampe adaptée à une pile usuelle.- Réaliser des montages ou objets techniques comprenant des composants divers (vibreurs, moteurs, ampoules...).- Construire une première représentation de la notion de circuit électrique : savoir qu'un circuit est constitué d'une pile avec entre ses deux bornes une chaîne continue et fermée de composants et de conducteurs. Savoir que si cette chaîne est rompue, les composants ne fonctionnent plus. <p>Vocabulaire : circuit électrique, lampe, interrupteur, conducteur, isolant, pile, bornes.</p> <p>Compétences du socle :</p> <ol style="list-style-type: none">1) <u>Pratiquer une démarche scientifique ou technologique :</u><ul style="list-style-type: none">-Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner.-Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter, mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions.2) <u>Faire preuve d'initiative :</u><ul style="list-style-type: none">-S'impliquer dans un projet individuel ou collectif3) <u>Dire :</u><ul style="list-style-type: none">-Prendre part à un dialogue : prendre la parole devant les autres, écouter autrui, formuler et justifier un point de vue
--	---

	Objectifs	Supports / Matériels
Séance n°1	- Recueillir les représentations initiales des élèves à propos du circuit électrique. - Motiver les élèves en les insérant dans un projet.	Vidéoprojecteur Images lampe torche Jeu questions-réponses avec branchements cachés (boîte de chaussures, 1 lampe, 1 pile, 6 attaches parisiennes, 6 fils électriques) Caméra - Autorisation pour film Affiche
Séance n°2	- Amener les élèves à comprendre la notion de circuit fermé. - Amener les élèves à comprendre que le courant avec une pile a un sens de circulation.	Vidéoprojecteur Fiches à découper avec images lampe dans douille, pile, → grandes + petites images (plus pour nous) Pour un groupe de 4 élèves : 1 lampe, 1 pile, 5 fils x5 Feuille manuel istra p.81 → colorier les lampes Feutres + feuilles paperboard
Séance n°3	-Amener les élèves à comprendre l'effet de différents matériaux (isolants ou conducteurs) sur le fonctionnement d'un circuit électrique.	Vidéoprojecteur 1 tableau pour chaque élève : 2 parties dans le tableau → les résultats des expériences + correction 10 piles, 30 fils électriques, 10 lampes Tissus, papier alu
Séance n°4	-Amener les élèves à comprendre le rôle de l'interrupteur.	Vidéoproj', 10 piles, 30 fils électriques, 10 lampes
Séance n°5	- Réinvestir et mettre en relation toutes les notions antérieures pour réaliser le projet (jeu questions-réponses).	Préparer 5 plaques avec des trous Caméra + magnétophones (→ ESPE)
Séance n°6	- Évaluation formative pour voir l'évolution de leur conception initiale.	Lampes de poche x2
Séance n°7	- Amener les élèves à prendre conscience des dangers de l'électricité en utilisant les TICE.	Tester salle info jeu EDF (sur clé USB).
Séance n°8	- Amener les élèves à savoir que certains récepteurs sont sensibles au sens du courant (moteurs), et que d'autres non (lampes).	Moteurs, cercles avec demi-cercle au feutre noir.
Séance n°9	- Évaluer les compétences des élèves.	

Séance n°1		
ATTENTION : ce que nous faisons en classe n'est pas à refaire chez vous, l'électricité peut être dangereuse.		
1/ Situation d'entrée	<p>« Sur quoi a-t-on travaillé en sciences avant les vacances ? Qui peut me donner des exemples de sources lumineuses ? » → lampe de poche. « Cette fois, nous allons apprendre le fonctionnement de la lampe de poche. »</p> <p>Projection d'une image de lampe de poche (fermée, ouverte, démontée) + les élèves manipulent des lampes de poche en circulation dans la classe.</p> <p>Consignes écrites au tableau :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Fais un dessin pour expliquer ce qui se passe à l'intérieur de la lampe de poche pour que la lampe brille. 2- Légende ce dessin. 3- Fais une phrase pour expliquer ton dessin. <p>Vous avez 10 minutes.</p>	<p><i>2 min</i></p> <p><i>2 min</i></p>
2/ Recueil conception circuit électrique	<p>Les élèves effectuent ce travail seul.</p> <p>À la fin de la séquence, ce travail leur sera redemandé, puis les élèves compareront leurs deux dessins.</p>	<i>10 min</i>
3/ Film de certains élèves	<p>Filmer 5 élèves, avec leur dessin et la lampe de poche en leur demandant d'expliquer oralement le fonctionnement de leur circuit électrique.</p>	<i>25 min</i>
4/ Présentation du jeu questions-réponses	<p>Présenter un jeu questions-réponses (1 lampe, 1 pile, des fils électriques, des attaches parisiennes) en utilisant la webcam pour que les élèves voient mieux. Tous les branchements seront cachés pour ne pas influencer les élèves.</p> <p>« À la fin de la séquence, vous serez en mesure de le fabriquer. »</p>	<i>5 min</i>

Séance n°2 : de la lampe de poche au circuit électrique.		
1/ Situation d'entrée	« Nous vous avons présenté une lampe de poche. » La démonter sous leurs yeux et récupérer la lampe. « Qu'allons nous faire avec cette lampe maintenant ? » Réponse attendue : « Nous allons apprendre à allumer cette lampe ! » « De quoi avons-nous besoin pour allumer la lampe ? » Réponse attendue : « d'une pile ! »	5 min
2/ Formulation du problème à résoudre	Au tableau, inscrire « Comment allumer une lampe qui est loin de la pile ? » Consigne –énoncée oralement et laissée visible- : <i>Tu dois construire le circuit électrique pour allumer une lampe en collant certaines images découpées que tu as devant toi. Attention, toutes les images ne sont pas forcément à utiliser.</i> <i>Explique comment la lampe s'allume. Dessiner le sens du courant avec des flèches.</i> « Vous avez 5 minutes. »	5 min
3/ -Formulation des hypothèses -Investigation : Réalisation de l'expérience qui peut être couplée à de la recherche documentaire -Validation ou non de l'hypothèse	Les élèves sont répartis par <u>groupe de conception</u> . Par groupe, ils sont alors amenés à : a) Présenter oralement leur circuit aux autres et donner son avis. 5 min. <i>Distribution du matériel. 2 min.</i> b) Réaliser les circuits électriques d'après leurs collages initiaux et valider ou non ces collages. Trouver un circuit qui fonctionne. 15 min. c) Refaire un collage collectif sur affiche suivant le circuit validé et dessiner au moyen de flèches le sens du courant. 5 min. <u>Différenciation</u> : -Si un groupe d'élèves n'arrive pas à avancer, l'enseignant questionne les élèves, peut être amené à proposer des débuts de schémas, etc. - Si un groupe d'élèves a fini en avance, leur demander de rédigier une réponse à la question posée. Rangement du matériel.	22 min
4/ Confrontation et comparaison des hypothèses testées	Présentation des affiches et discussion. Les élèves confrontent leurs hypothèses en expliquant le sens du courant (du + vers -). Si la conception des courants antagonistes apparaît, le professeur utilise la webcam en utilisant des piles rondes.	Environ 25 min

	<p>Pour les groupes dont le schéma ne correspond pas au montage et qui ne comprennent pas leurs erreurs, le professeur peut refaire le circuit à la webcam en commentant ses gestes et en posant des questions aux élèves.</p>	
<p>5/ Structuration du savoir construit en réponse au problème posé</p> 	<p><u>Ce temps débouche sur une institutionnalisation du type : (voir p.90)</u></p> <p>« Comment allumer une lampe qui est loin de la pile ? »</p> <p>Demander le matériel nécessaire au circuit → lister ce matériel au tableau. Montrer à partir des affiches un circuit où la lampe brille et préciser que c'est un circuit fermé. Faire de même pour le circuit ouvert. Les refaire comme ils le seront présentés dans la leçon.</p>	<p>10 min</p>
<p>6/ Phase d'application</p> <p>Exercice Istra p.81 fourni en noir et blanc (toutes les lampes apparaissent comme éteintes)</p>	<p>Lecture de l'exercice par PE. Puis temps laissé pour qu'ils lisent l'exercice seul. Préciser qu'ils peuvent se servir de la leçon. Les élèves font l'exercice seuls. « Vous avez 15 min » Correction collective qui s'appuie sur l'institutionnalisation précédente pour justifier les réponses données. Pendant cette phase, l'argumentation des élèves est travaillée. Le professeur est éventuellement amené à réaliser un circuit à la webcam à la demande des élèves. L'enseignant peut aussi proposer aux élèves de retrouver ce qu'ils ont appris en faisant une recherche documentaire et d'en lire le résultat aux autres, ce qui leur permet de prendre connaissance d'une nouvelle formulation des connaissances et de confronter leur connaissance au savoir établi. <u>Correction</u> : Les schémas de Lilas et de Max ne sont pas bons car leurs circuits sont ouverts, le courant ne peut donc pas passer. Le schéma d'Ethan n'est pas bon : les piles ne sont pas placées comme dans le boîtier. Le courant ne peut pas circuler du + vers le -. Le schéma de Juliette est le bon : son circuit est fermé, les piles sont bien disposées et les fils sont bien placés sur l'ampoule, l'un sur le côté, l'autre à l'extrémité du culot.</p>	<p>20 min</p>

Séance n°3		
1/ Situation d'entrée	« Nous avons fait un circuit électrique fermé en utilisant des fils. Nous avons plusieurs matériaux à disposition, que va-t-on en faire ? Réponse attendue : Nous allons voir si nous pouvons utiliser d'autres matériaux pour fermer le circuit et ainsi faire briller la lampe. »	2 min
2/ -Formulation du problème à résoudre	« Avec quels matériaux fermer le circuit pour faire briller la lampe ? » « Quel circuit devons-nous faire pour tester ces matériaux ? » Demander à un élève de venir faire une démonstration à la webcam. Consigne –énoncée oralement et laissée visible- : <i>Vous avez devant vous plusieurs matériaux, vous devrez les classer dans 2 colonnes. À vous de trouver comment classer ces matériaux. Vous avez 10 min.</i>	8 min
3/ -Investigation : Réalisation des expériences qui permettent d'établir un classement	Par groupe de 3 ou de 4, les élèves expérimentent et notent leurs résultats sur une feuille. (matériaux : crayon bois, tissus, gomme en caoutchouc, papier alu, papier, règle en plastique, trombones) <u>Différenciation</u> : - Si un groupe d'élèves a fini en avance, leur demander de rédiger une réponse à la question posée.	10 min
4/ Confrontation et comparaison des hypothèses testées	Correction collective avec argumentation. Donner les mots conducteurs et isolants si les élèves ne les connaissent pas : → La colonne des matériaux qui allument la lampe, donc qui laissent passer le courant = conducteurs → La colonne des matériaux qui n'allument pas la lampe donc qui ne laissent pas passer le courant = isolants.	10 min
5/ Structuration du savoir construit en réponse au problème posé	<u>Institutionnalisation</u> : Sous forme de carte mentale. (voir p.90) 	10 min

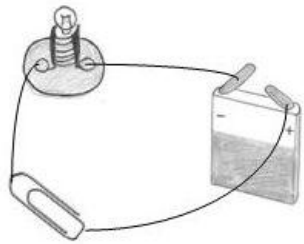
Séance n°4		
1/ Situation d'entrée	Rappel de ce qui a été vu lors des séances précédentes sous forme de petites questions posées entre les élèves → battle. Observation de la classe : Pour allumer les lampes dans la classe, je n'ai pas besoin de débrancher les fils du circuit.	2'
2/ Formulation du problème à résoudre	Au tableau, inscrire : « Comment allumer ou éteindre la lampe du circuit sans débrancher les fils ? » Consigne –énoncée oralement et laissée visible- : <i>Tu dois construire le circuit électrique pour allumer une lampe en collant certaines images découpées que tu as devant toi. Attention, toutes les images ne sont pas forcément à utiliser.</i> <i>Utilise des flèches pour indiquer le sens du courant.</i> « Vous avez 5 minutes. » (Proposer des images puis du matériel : trombone, attaches parisiennes, rectangle de carton, ...)	5'
3/ -Formulation des hypothèses -Investigation : Réalisation de l'expérience qui peut être couplée à de la recherche documentaire -Validation ou non de l'hypothèse	Les élèves sont répartis par groupe de conception. Par groupe, ils sont alors amenés à : a) Présenter oralement leur dispositif d'interrupteur aux autres et donner son avis. <i>5 min.</i> <i>Distribution du matériel. 2 min.</i> b) Réaliser les circuits électriques d'après leurs collages initiaux et valider ou non ces collages. Trouver un circuit qui fonctionne. <i>15 min.</i> c) Faire un dessin sur affiche suivant le circuit validé et dessiner au moyen de flèches le sens du courant. <i>5 min.</i> <u>Différenciation</u> : -Si un groupe d'élèves n'arrive pas à avancer, l'enseignant questionne les élèves, peut être amené à proposer des débuts de schémas, etc. - Si un groupe d'élèves a fini en avance, leur demander de rédiger une réponse à la question posée. Rangement du matériel.	20'
4/ Confrontation et	Présentation des affiches et discussion. Les élèves confrontent leurs hypothèses.	20'

comparaison des hypothèses testées	<p>Pour les groupes dont le schéma ne correspond pas au montage et qui ne comprennent pas leurs erreurs, le professeur peut refaire le circuit à la webcam en commentant ses gestes et en posant des questions aux élèves.</p> <p>Montrer un véritable interrupteur aux élèves en utilisant la webcam.</p>	
5/ Structuration du savoir construit en réponse au problème posé	<p>Ce temps débouche sur une institutionnalisation du type : (voir p.91)</p> <div data-bbox="667 467 1155 751" data-label="Image"> <p>L'interrupteur ferme le circuit, donc le courant circule. La lampe s'allume.</p> <p>L'interrupteur ouvre le circuit, donc le courant ne circule plus. La lampe ne brille plus.</p> <p>Comment allumer ou éteindre la lampe du circuit sans débrancher les fils ?</p> </div>	10'
6/ Phase d'application.	<p>Lecture de l'exercice par PE. Puis temps laissé pour qu'ils lisent l'exercice seul.</p> <p>Préciser qu'ils peuvent se servir de la leçon.</p> <p>Les élèves font l'exercice seuls. « Vous avez 20 min »</p> <p>Correction collective qui s'appuie sur l'institutionnalisation précédente pour justifier les réponses données. Pendant cette phase, l'argumentation des élèves est travaillée.</p> <p>Le professeur est éventuellement amené à réaliser un circuit à la webcam à la demande des élèves.</p>	

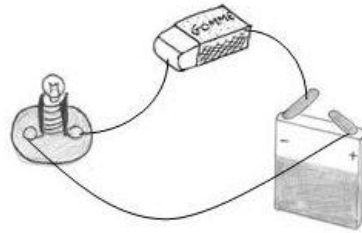
Exercice

1) Dans chaque circuit, colorie la lampe si elle s'allume.

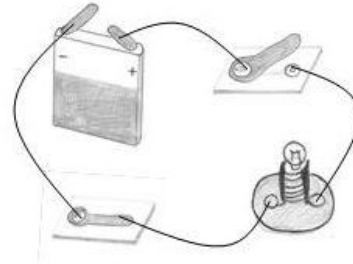
2) Explique pourquoi tu as colorié la lampe, ou pourquoi tu ne l'as pas coloriée.



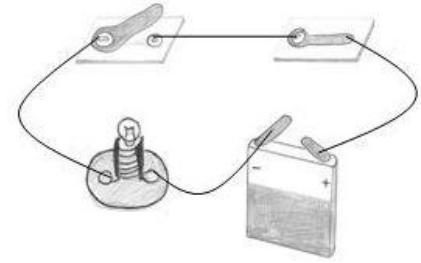
.....



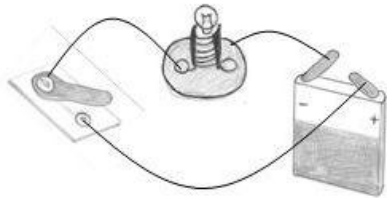
.....



.....



.....



.....



.....

Séance n°5 : **Enregistrer les débats entre les élèves pendant l'étape n°5**

Réinvestissement :
construction du jeu

Malo	Noa	Gustave LR	Kilian	Mohamed
Sonia	Colombe	Lena	Amélie	Lilian
Françoise	Gustave LB	Merwane	Louna	Célia
Gautier	Taha	Noam	Martin	Leya

Collectif :

- 1) Rappel du but du jeu : « Quand je mets la pince du fil sur la question n°1, et la pince du fils sur la réponse n°1, la lampe brille. Mais si je me trompe de réponse (=si je mets la pince du fil sur la question n°1, et la pince du fils sur la réponse n°2), la lampe ne brille pas. »
- 2) Mise en groupe avec schéma plateau de jeu : « Vous devez faire la liste du matériel dont vous avez besoin sur une feuille par groupe. » (Préciser que : « **Les points correspondent à des attaches parisiennes** »)
- 3) Distribution d'images de pile, de lampe (prévoir : interrupteurs, trombone, attache parisienne, papier alu...).
- 4) Sur la feuille de groupe, les élèves réalisent le collage **de l'arrière du jeu** en utilisant le plateau de jeu distribué.
- 5) Distribution du matériel pour qu'ils testent = construction du jeu par groupe de 4 élèves. (les réponses et les questions auront déjà été inventées)
- 6) Mise en commun : chaque groupe présente son jeu à la classe et explique comment il a fait.

5'

5'

10'

20'

20'

Séance n°6 : retour lampe de poche

1/ Confrontation des représentations initiales

Rappel sur le dessin de la S1 : « Maintenant, avec tout ce que nous avons vu, nous sommes capables de mieux comprendre le fonctionnement de la lampe de poche. » 5'

1) Deux lampes de poche en circulation dans la classe.

Individuellement, répondre aux questions :

Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ? *Il est fermé (le courant ne passe pas quand la lampe est ouverte, donc la petite lampe ne brille pas).*

Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ? *Rôle de l'interrupteur.*

Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ? *Des matériaux conducteurs, une pile et une lampe.*

15'

2) « Comment faire briller la lampe qui est dans la lampe torche ? »

Pour répondre à cette question, faites un dessin du circuit électrique de la lampe de poche quand elle est fermée.

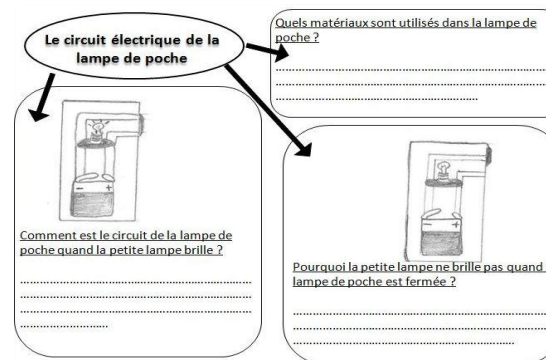
10'

Filmer 7 élèves, avec leur dessin et la lampe de poche en leur demandant d'expliquer oralement le fonctionnement de leur circuit électrique. (Leur discours doit avoir changé)

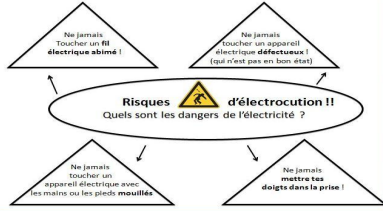
Retour lampe de poche : correction collective. 20'

3) Distribution carte mentale avec questions (à eux de compléter les réponses) + schéma


4)



Séance n°7

<p>1/ Situation d'entrée</p>	<p>Dans les circuits sur lesquels nous avons travaillé, l'électricité est donnée par une pile. Est-ce le cas pour tous les appareils ? Réponse attendue : non, nous utilisons souvent les prises électriques.</p>	
<p>2/ Formulation du problème à résoudre</p>	<p>« Quels sont les dangers de l'électricité ? » Travail sur jeu EDF (10 élèves en salle info) Les élèves doivent remplir la fiche « risques » après avoir fait le jeu interactif (en coupant leurs ordis !!)</p>	
<p>3/ Mise en commun</p>	<p>Échange sur les découvertes, correction collective.</p> <p style="text-align: center;"><u>Risqué, pas risqué</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Le garçon s'approche de la prise avec des ciseaux. 2) Des jouets sont posés sur le radiateur. 3) La mère change une ampoule sans avoir préalablement coupé le courant dans la pièce (la lampe est allumée). 4) La mère se sèche les cheveux dans son bain. 5) Dans la salle de bains, le portable est en charge sur le lavabo. 6) Dans la cuisine, la prise à proximité de l'évier est désincarcérée. <p style="text-align: center;"><u>Les situations sécurité</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Dans la chambre de la fille, celle ci arrose ses fleurs éloignées de la chaîne HiFi. 2) Le fer à repasser est correctement rangé dans la buanderie. 3) Les appareils électriques sont branchés sur une seule mutiprise. 4) Dans la cuisine, la grand mère sort une tartine du grille-pain qui a été préalablement débranché. 	
<p>4/ Structuration du savoir construit en réponse au problème posé</p>	<p><u>Institutionnalisation du type : (voir p.92)</u></p> <div style="text-align: center;">  <p>Le diagramme centralise les dangers de l'électricité autour de quatre points de précaution :</p> <ul style="list-style-type: none"> Ne jamais Toucher un fil électrique abîmé ! Ne jamais Toucher un appareil électrique défectueux ! (qui n'est pas en bon état) Ne jamais Toucher un appareil électrique avec les mains ou les pieds mouillés Ne jamais mettre tes doigts dans la prise ! </div>	

Séance n°8

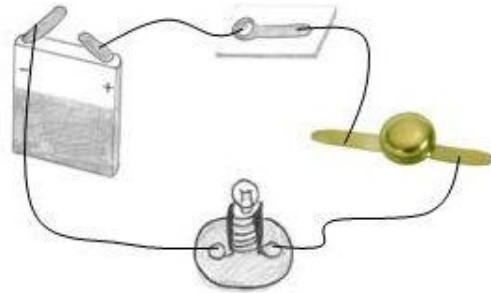
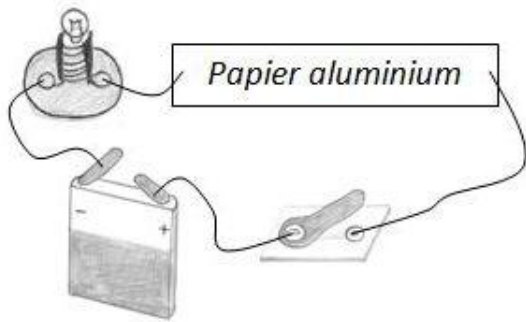
<p>1/ Situation d'entrée</p>	<p>Qu'est ce que vous connaissez comme objet à piles ? Réponse attendue : lampes, brosses à dent électriques, petit ventilateur, voitures téléguidées... De quoi ont besoin ces objets pour fonctionner ? Réponse attendue : un moteur</p>	
<p>2/ Formulation du problème à résoudre</p>	<p>« Comment faire tourner un moteur qui est loin d'une pile ? »</p> <p>Consigne –énoncée oralement et laissée visible- : <i>Tu dois construire le circuit électrique pour faire tourner un moteur en collant certaines images découpées que tu as devant toi. Attention, toutes les images ne sont pas forcément à utiliser.</i> <i>Utilise des flèches pour indiquer le sens du courant.</i></p>	
<p>3/ -Formulation des hypothèses -Investigation : Réalisation de l'expérience qui peut être couplée à de la recherche documentaire -Validation ou non de l'hypothèse -Confrontation et comparaison des hypothèses testées</p>	<p>Les élèves sont répartis par groupe de 2.</p> <p>Par groupe, ils sont alors amenés à :</p> <p>a) Présenter oralement leurs hypothèses aux autres et donner son avis. <i>5 min.</i> <i>Distribution du matériel. 2 min.</i></p> <p>b) Réaliser les circuits électriques d'après leurs collages initiaux et valider ou non ces collages. Trouver un circuit qui fonctionne. <i>15 min.</i> STOP : Que se passe-t-il si on change le sens de branchement du moteur ?</p> <p>c) Faire un dessin sur affiche suivant le circuit validé et dessiner au moyen de flèches le sens du courant. <i>5 min.</i></p> <p>Mise en commun</p>	
<p>4/ Structuration du savoir construit en réponse au problème posé</p>	<p><u>Institutionnalisation du type :</u> (voir p 92)</p>	

5/ Phase
d'entraînement

Distribution d'une feuille d'exercices et manipulation en réponse à des questions productives connues en fond de classe.
Manipulation des composants électriques d'un circuit à partir de questions type questions productives en fond de classe.

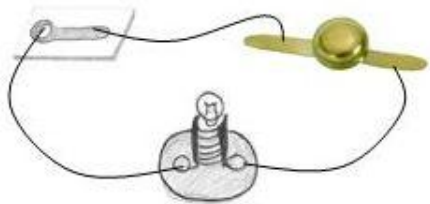
Exercice n° 1 : 1) Dans chaque circuit, colorie la lampe si elle s'allume.

2) Explique pourquoi tu as colorié la lampe, ou pourquoi tu ne l'as pas coloriée.



.....

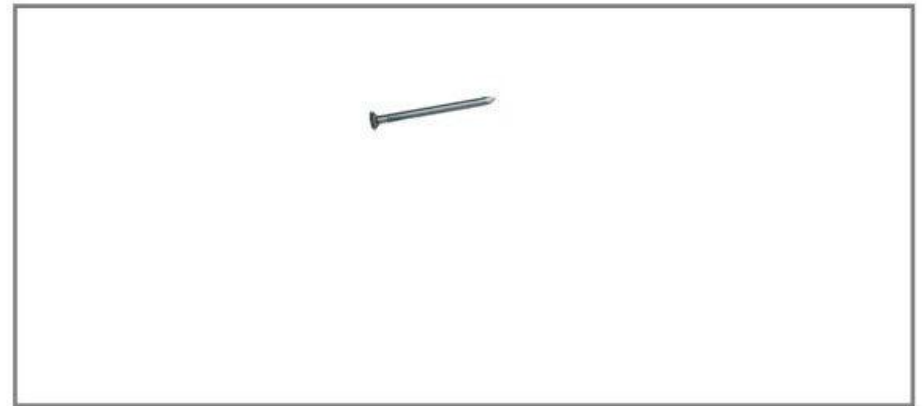
.....



.....

.....

Exercice n° 2 : Dessine le circuit électrique qui te permet de tester si un clou est conducteur ou isolant.



Séance n°9 : évaluation

Exercices circuit fermé/ouvert

Dangers électricité

3 tables en fond de classe → manipulation : « **Comment allumer ou éteindre la lampe du circuit sans débrancher les fils ?** » Les élèves doivent faire le circuit électrique pour répondre. Une fois leur circuit fait, ils lèvent la main, et m'explique pourquoi ils ont fait comme ça. (Attendu : le circuit est fermé quand l'interrupteur est fermé, le courant passe...)

Date :

Évaluation de sciences : Électricité.

Les objectifs visés figurent en italique. Ces objectifs sont des objectifs intermédiaires ou définis par les programmes de l'école.

-Je sais repérer les situations dangereuses concernant l'usage de l'électricité au quotidien.

-Je sais expliquer pourquoi ces situations sont dangereuses.

1) Sur ce dessin :

1-1) Entoure les quatre situations qui te semblent les plus dangereuses.



2) Ce dessin est incomplet. Que manque-t-il ? Pourquoi ?

.....

1-2) **Explique** pourquoi ces situations sont dangereuses :

Situation n°1 :

.....

Situation n°2 :

.....

Situation n°3 :

.....

Situation n°4 :

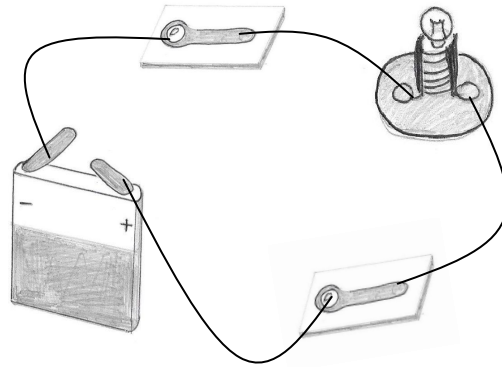
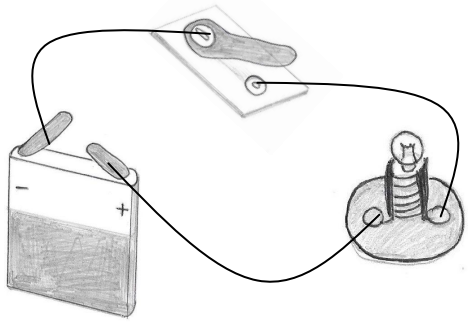
.....

-Je sais qu'un circuit est constitué d'une pile avec entre ses deux bornes une chaîne continue et fermée de composants et de conducteurs.

2) Dans chaque circuit :

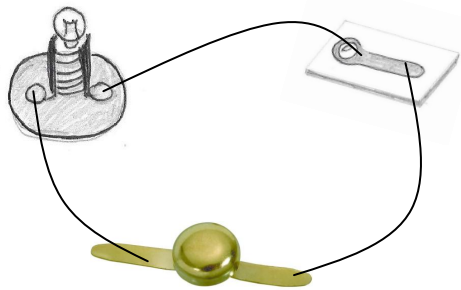
2-1) Colorie la lampe si elle s'allume.

2-2) Explique pourquoi tu as colorié la lampe, ou pourquoi tu ne l'as pas coloriée.



.....
.....
.....
.....

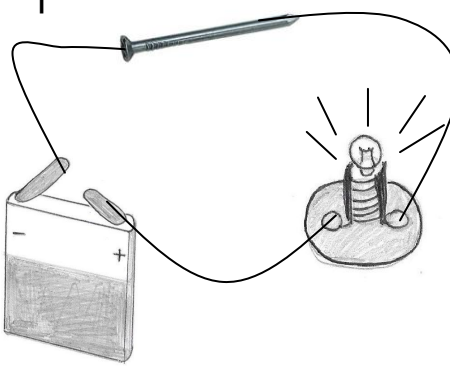
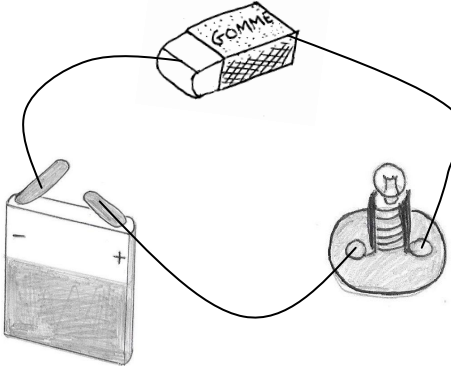
.....
.....
.....
.....



.....
.....
.....

-Je sais effectuer une première distinction entre conducteurs et isolants électriques.

3) À partir des dessins suivants, indique si le matériau est conducteur ou isolant.

<p>La lampe brille.</p> 	<p>La lampe ne brille pas.</p> 
<p>Ce matériau est isolant ou conducteur ? Pourquoi ?</p>	<p>Ce matériau est isolant ou conducteur ? Pourquoi ?</p>

-Je sais réaliser des montages comprenant divers composants électriques.

- Je sais expliquer mon montage.

4) Recopie la question qui t'a été posée :

.....
.....

1) 1-1)

1	2	3	4
---	---	---	---

4)

1	2	3	4
---	---	---	---

1) 1-2)

1	2	3	4
---	---	---	---

1	2	3	4
---	---	---	---

2)

1	2	3	4
---	---	---	---

3)

1	2	3	4
---	---	---	---

Compétence :

1 Acquise	2 En cours	3 À renforcer	4 Non acquise
------------------	-------------------	----------------------	----------------------

Questions à noter au tableau (les élèves manipulent pour répondre à l'une ou l'autre des questions) :

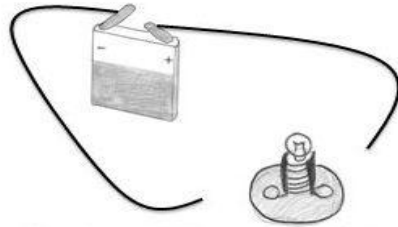
- 1) Comment faire tourner un moteur qui est loin d'une pile ?
- 2) Comment allumer ou éteindre un circuit sans débrancher les fils ?

Institutionnalisations type

Séance n°2



Circuit **fermé** : Le courant passe, la lampe brille.



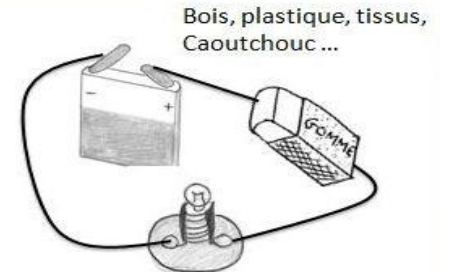
Circuit **ouvert** : Le courant ne passe pas, la lampe ne brille pas.



Séance n°3



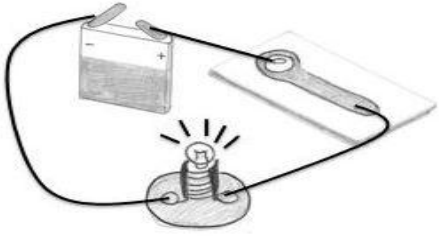
Conducteurs : Les matériaux conducteurs Laissent passer le courant électrique. La lampe brille.



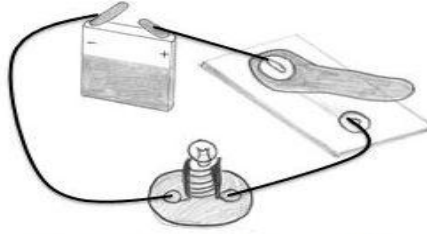
Isolants : Les matériaux isolants empêchent le courant électrique de passer. La lampe ne brille pas.



Séance n°4



L'interrupteur ferme le circuit donc le courant circule. La lampe s'allume.



L'interrupteur ouvre le circuit, donc le courant ne circule plus. La lampe ne brille plus.

Comment allumer ou éteindre la lampe du circuit sans débrancher les fils ?

Séance n°6

Le circuit électrique de la lampe de poche

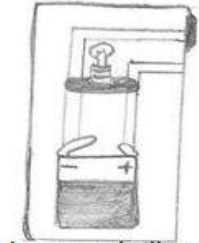


Comment est le circuit de la lampe de poche quand la petite lampe brille ?

.....
.....
.....

Quels matériaux sont utilisés dans la lampe de poche ?

.....
.....
.....



Pourquoi la petite lampe ne brille pas quand la lampe de poche est fermée ?

.....
.....
.....

Séance n°7

Ne jamais
Toucher un **fil**
électrique abimé !

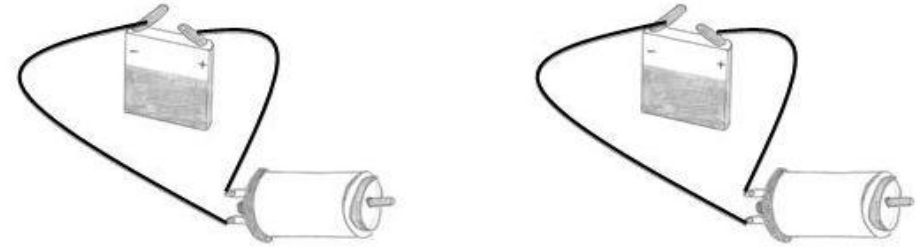
Ne jamais
toucher un appareil
électrique **défectueux !**
(qui n'est pas en bon état)

Risques  **d'électrocution !!**
Quels sont les dangers de l'électricité ?

Ne jamais
toucher un
appareil électrique avec
les mains ou les pieds **mouillés**

Ne jamais
mettre tes
doigts dans la prise !

Séance n°8



On peut réaliser un circuit électrique en remplaçant une lampe par un **moteur électrique**.

Suivant le **sens de branchement** du moteur, il ne tourne pas dans le même sens.

Comment allumer
un moteur qui est
loin de la pile ?

Annexe quatre, cinq et six : exemples de plateaux de jeu

..... ?

2 435 ●	● 3 + 200 + 4 000 + 50
4 253 ●	● 20 + 500 + 4 + 3 000
3 524 ●	● 400 + 2 000 + 5 + 30

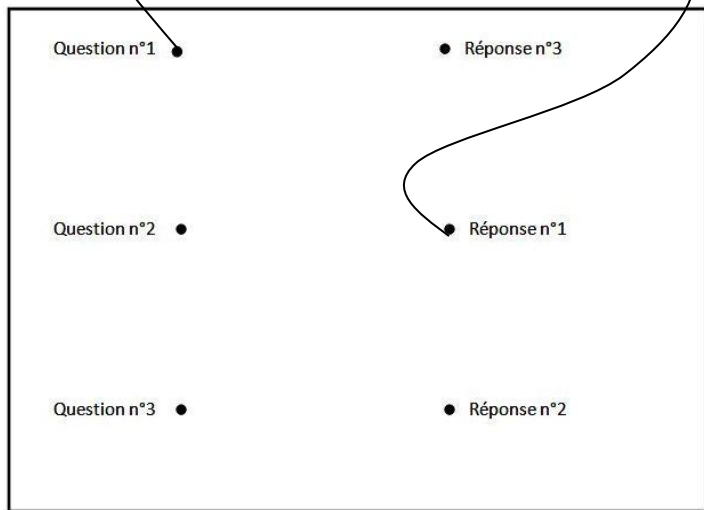
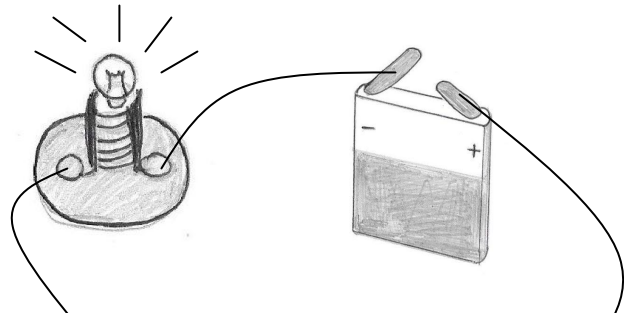
..... ?

Pierre et moi ●	● Vous
Moi et toi ●	● Ils
Elle et lui ●	● Nous

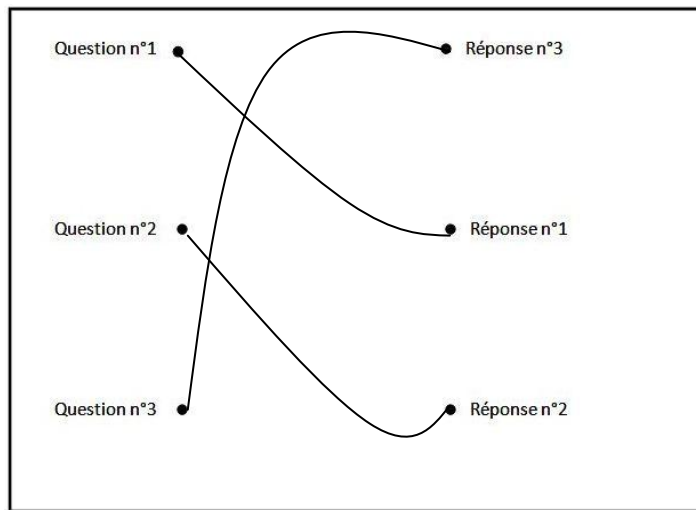
..... ?

Attaquant ●	● Repère et siffle les fautes.
Défenseur ●	● Se démarque pour aller vers le but.
Arbitre ●	● Intercepte le ballon

Annexe sept : attendu de réalisation des élèves



Face visible du circuit



Face cachée du circuit

Annexe huit : fiche de préparation remaniée séance cinq

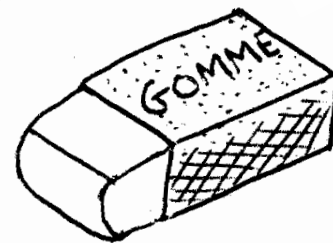
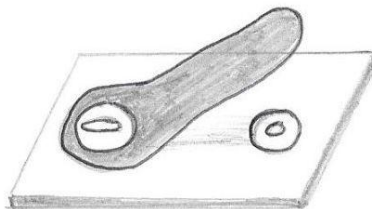
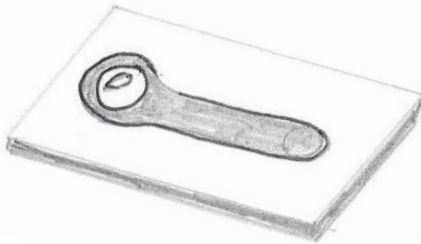
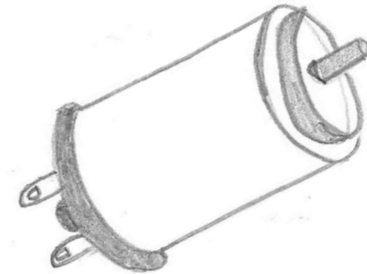
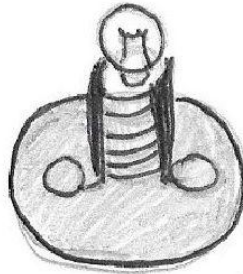
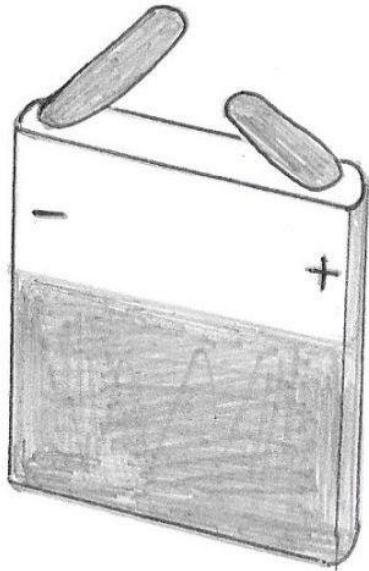
Séance n°5 : Enregistrer les débats entre les élèves. (temps 4, 5, et 7)

OBJ : AMENER LES ÉLÈVES À

- Comprendre le but du jeu, formuler le problème à résoudre et prendre conscience que la face cachée du jeu a un rôle important. Temps 1
- Lister le matériel nécessaire pour construire le jeu grâce aux interactions entre pairs. Temps 2
- Réaliser un collage-dessin à partir d'images (images de lampe, pile, ...). Ce collage-dessin servira d'hypothèse pour le fonctionnement du jeu = **écrit d'investigation**. Temps 3
- Expliquer leur hypothèse aux autres. Temps 4
- Tester et valider ou non leur schéma-hypothèse en réalisant un circuit électrique qui fait fonctionner le jeu. Temps 5
- Réaliser un dessin sur une affiche (= **écrit d'exposition**) des deux faces du jeu. Temps 6
- Échanger, lors d'un débat, avec le reste de la classe sur les dessins des circuits des jeux. Temps 7

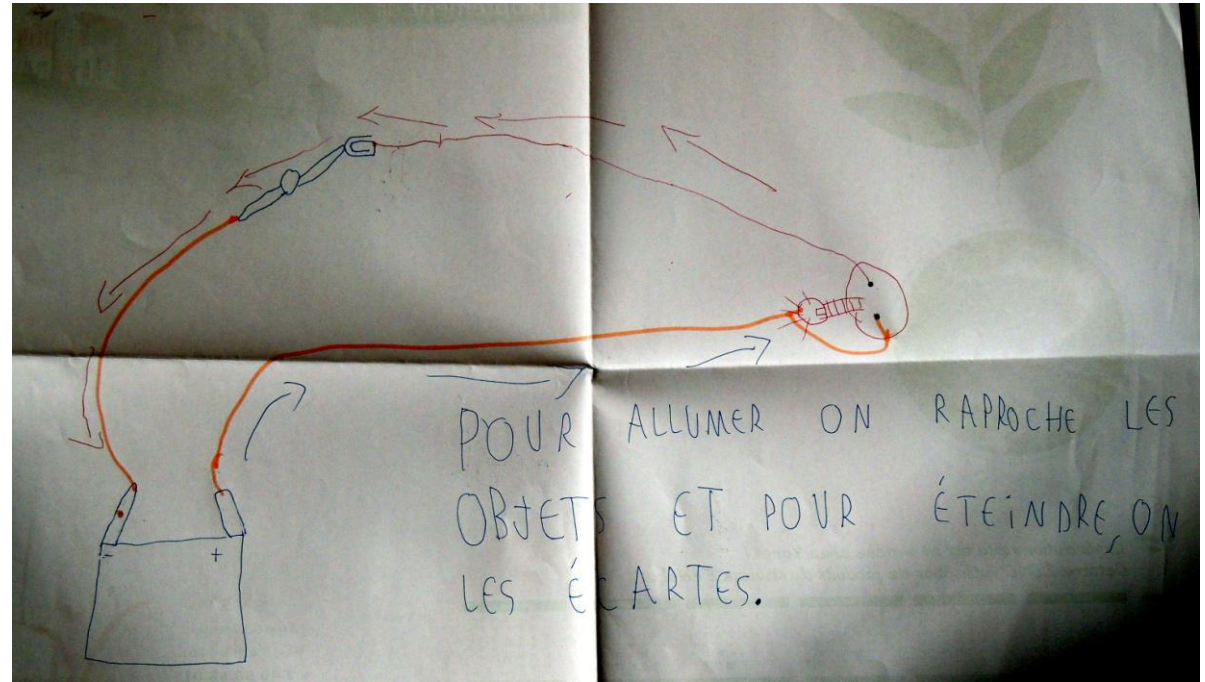
- | | |
|--|-----|
| 1) <u>En collectif</u> : - En utilisant le jeu déjà construit, montrer à nouveau son fonctionnement en faisant verbaliser les élèves en utilisant des schémas au tableau : « Quand je mets la pince du fil sur la question n°1, et la pince du fils sur la réponse n°1, la lampe brille. Mais si je me trompe de réponse (=si je mets la pince du fil sur la question n°1, et la pince du fils sur la réponse n°2), la lampe ne brille pas. » | 10' |
| - Formulation du problème à résoudre « Comment réaliser un jeu électrique questions-réponses ? », l'écrire au tableau. | |
| - Discussion avec les élèves : « Quelle face du jeu va-t-on représenter ? La face visible ? La face cachée ? Les deux faces ? Pourquoi ? » | |
| 2) <u>En groupe de conception (les groupes de conception sont conçus en fonction des séances antérieures)</u> : « Par groupe, sur une feuille, faites la liste du matériel dont vous avez besoin pour construire le jeu. » (Préciser que : « Les points correspondent à des attaches parisiennes »). Le jeu est à leur disposition pour qu'ils le manipulent par groupe. | 10' |
| 3) Les élèves réalisent individuellement leur collage des deux faces du jeu . | 10' |
| 4) Présentation orale des collages-dessins. | 10' |
| 5) Réalisation les circuits électriques d'après leurs collages initiaux et valider ou non ces collages. Trouver un circuit qui fonctionne. | 20' |
| 6) Dessin sur affiche suivant le circuit validé. | 5' |

Annexe neuf : images fournies aux élèves à différents moments de la séquence

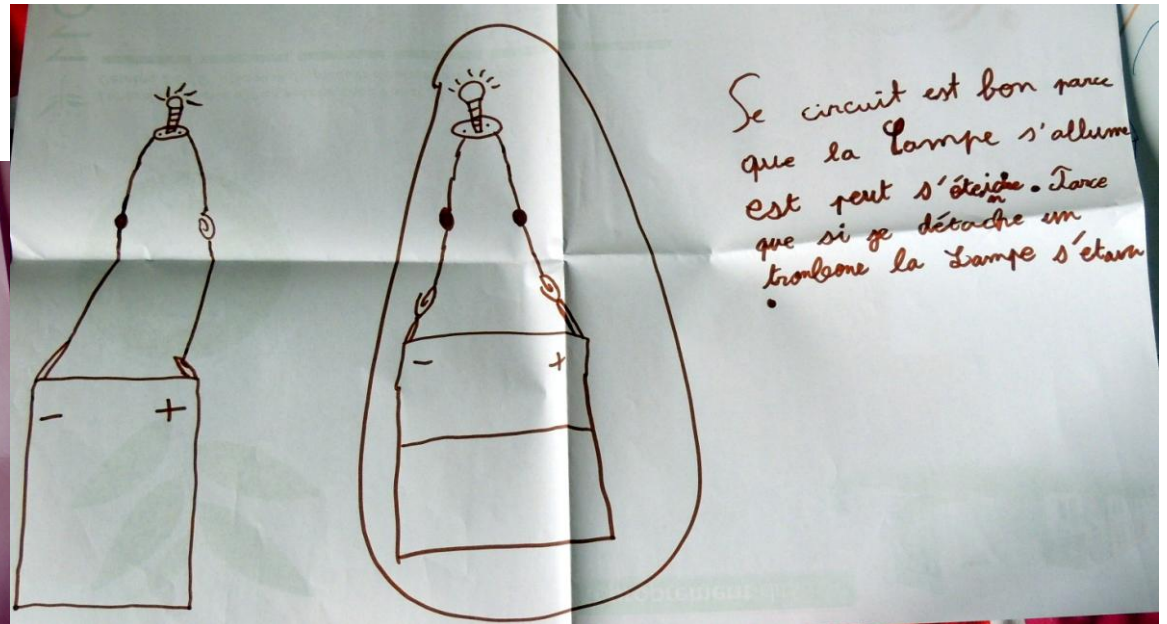
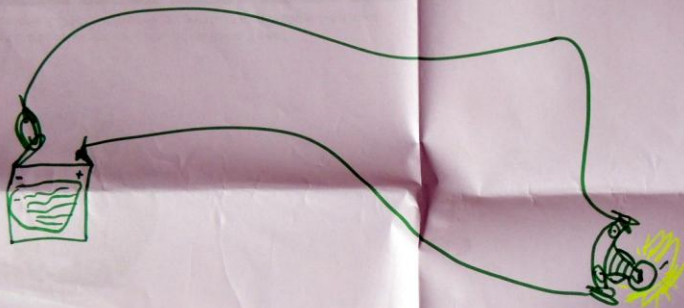


Annexe dix : affiches d'élèves lors de la mise en commun de la séance quatre

Lors débrancher les fils et le courant passe on peut mettre les fils sur l'attaque parisienne.



Le circuit est fermé par un trombone, quand on l'enlève, la lampe ne brille plus.



Engagement de non-plagiat

Je soussignée Sophie Barais,

étudiante en MEEF EPD à l'ESPE de l'Université de Nantes

- déclare avoir pris connaissance de la charte anti-plagiat de l'Université de Nantes,
- déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour rédiger ce mémoire.

À Nantes, le 10/05/2015

Signature :

Résumé en français

Ce mémoire de professionnalisation, fondé à la fois sur la pratique en classe, les apports didactiques apportés par le master MEEF (Métiers de l'Enseignement de l'Éducation et de la Formation) et la recherche, se propose d'analyser la conceptualisation du circuit électrique d'élèves de cours élémentaire deuxième année. À travers une séquence de sciences et des enregistrements qui montrent l'évolution des conceptions des élèves, une analyse critique est présentée.

Mots-clés : CONCEPTUALISATION – DÉMARCHE D'INVESTIGATION – CIRCUIT ÉLECTRIQUE

Résumé en anglais

This professionalization memoir, based on class practice, didactical aspects brought by the MEEF master (Métiers de l'Enseignement de l'Éducation et de la formation) and research, brings an analysis on how elementary-school-second-year pupils conceptualise the electrical circuit. Through a Science sequence and recordings showing the pupils' concepts evolution, a critical analysis is brought.

Keywords : CONCEPTUALISATION - INVESTIGATIVE APPROACH - ELECTRIC CIRCUIT