



HAL
open science

L'influence de la conception de la trace écrite par les élèves en sciences physiques au cycle 2

Marine Dunand

► **To cite this version:**

Marine Dunand. L'influence de la conception de la trace écrite par les élèves en sciences physiques au cycle 2. Education. 2021. dumas-03574711

HAL Id: dumas-03574711

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03574711v1>

Submitted on 15 Feb 2022

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.

Année universitaire 2020-2021

Master Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation

Mention Premier degré

L'influence de la conception de la trace écrite par les élèves en sciences physiques au cycle 2

Présenté par Marine Dunand

Mémoire de M2 encadré par Dominique Rigaut

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Introduction générale | 1 |
| 1. Cadre théorique - état de l'art | 2 |
| 1.1. L'enseignement des sciences à l'école primaire | 2 |
| 1.1.1. Description de la démarche d'investigation | 2 |
| 1.1.2. La place de l'écrit dans l'enseignement des sciences | 4 |
| 1.2. Une nécessaire structuration de la connaissance scientifique | 4 |
| 1.2.1. Les conceptions initiales des élèves : de potentiels obstacles à la construction d'un savoir scientifique | 4 |
| 1.2.2. Des exemples de conceptions erronées en électricité | 5 |
| 1.2.3. La phase d'institutionnalisation : la transformation d'une connaissance contextualisée en un savoir décontextualisé | 6 |
| 1.2.4. La trace écrite : résultat de la phase d'institutionnalisation | 8 |
| 1.2.4.1. Les fonctions de la trace écrite d'institutionnalisation | 8 |
| 1.2.4.2. Les supports de la trace écrite d'institutionnalisation | 9 |
| 1.3. La place de l'élève dans la démarche d'investigation | 9 |
| 1.3.1. Un enseignement qui s'appuie sur une méthode socioconstructiviste | 9 |
| 1.3.2. Le rôle essentiel de l'enseignant dans la démarche d'investigation | 10 |
| 1.3.3. La place de l'élève dans la conception de la trace écrite : méthode transmissive versus méthode constructiviste | 12 |
| 1.4. Problématique et hypothèses de recherche | 14 |
| 2. Cadre méthodologique - partie scientifique | 15 |
| 2.1. Méthode | 15 |
| 2.1.1. Participants et contexte | 15 |
| 2.1.2. Matériel utilisé | 15 |
| 2.1.3. Procédure | 16 |
| 2.1.3.1. Le test initial en amont de la séquence | 16 |
| 2.1.3.2. L'élaboration des deux groupes | 16 |
| 2.1.3.3. Quelques conceptions initiales des élèves | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.3.4. Le protocole mis en place pendant les séances | 17 |
| 2.1.4. La séquence “Comment fonctionne un circuit électrique” | 18 |
| 2.2. Analyse des données par séance et résultats | 19 |
| 2.2.1. Séance 1 : Quels sont les sources et les effets des objets électriques ? | 19 |
| 2.2.2. Séance 2 : Est-il possible de faire briller une ampoule avec une pile uniquement ? | 21 |
| 2.2.3. Séance 3 : Comment faire briller l’ampoule loin de la pile de manière autonome ? | 23 |
| 2.2.4. Séance 4 : Comment allumer et éteindre l’ampoule sans débranchement ? | 25 |
| 2.2.5. Séance 5 : Comment faire fonctionner un moteur et un buzzer ? | 27 |
| 2.2.6. Séance 6 : Peut-on remplacer un fil par un objet quelconque ? L’eau conduit-elle l’électricité ? | 29 |
| 2.2.7. Séance 7 : Comment faire briller deux ampoules en même temps avec une seule pile ? | 31 |
| 2.3. Résultats globaux en acquisition | 33 |
| 2.4. Résultats globaux en mémorisation | 34 |
| 3. Discussion et conclusion | 35 |
| Bibliographie | 37 |
| Table des annexes | 39 |

Introduction générale

Ce mémoire s'inscrit dans le domaine "Questionner le monde" du programme consolidé de juillet 2020, et plus précisément dans le champ des sciences intitulé "Questionner le monde du vivant, de la matière et des objets" pour le cycle 2. Parmi les compétences à travailler dans ce domaine, on peut lire "Pratiquer des démarches scientifiques" et notamment "Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion". La séquence construite a pour sujet l'électricité et pour objectif final de comprendre le fonctionnement d'un circuit électrique. Elle s'insère donc dans la partie "Les objets techniques. Qu'est-ce que c'est ? À quels besoins répondent-ils ? Comment fonctionnent-ils ?". Chaque séance est organisée selon la démarche d'investigation, tel que préconisé par les programmes. Dans ce mémoire de recherche, je me suis intéressée en particulier à l'une des phases de la démarche expérimentale en sciences : l'institutionnalisation, pouvant être assimilée à la "conclusion" citée plus tôt. Ce processus peut être défini comme "la mise en évidence et la légitimation collective des savoirs appris [...] au cours des situations" (Reuter, Cohen-Azria, Daunay, Delcambre-Derville, Lahanier-Reuter, 2013). La phase d'institutionnalisation apparaît comme indispensable dans une situation d'enseignement et d'apprentissage, car elle permet, entre autres, de valider les savoirs acquis afin de pouvoir les réutiliser ultérieurement. Il est intéressant de questionner la place des élèves au cours de cette phase, qui peut être organisée de différentes manières. En effet, le savoir peut être directement transmis aux élèves par l'enseignant, à travers une leçon confectionnée par ses soins, et simplement distribuée aux apprenants ; ou bien l'enseignant peut choisir d'impliquer davantage les élèves dans la conception de la trace écrite. Nous pouvons nous demander si une telle implication des élèves aide ses derniers dans le processus d'apprentissage.

C'est pourquoi à travers une étude de cas dans une classe de CE2, j'ai choisi d'étudier l'influence de la conception de la trace écrite par les élèves, en sciences physiques, au cycle 2. Dans une première partie, j'introduirai dans mon état de l'art le cadre théorique dans lequel s'insère mon étude, en m'intéressant à la littérature scientifique en lien avec le sujet traité, et aux études réalisées antérieurement. La seconde partie décrira le cadre méthodologique de mon expérimentation, où je détaillerai la séquence mise en œuvre, et analyserai les résultats que nous pouvons en tirer. Pour finir, une discussion et une conclusion viendront clore ce mémoire.

1. Cadre théorique - état de l'art

1.1. L'enseignement des sciences à l'école primaire

1.1.1. Description de la démarche d'investigation

Les sciences sont enseignées aux élèves dès l'école maternelle, afin de développer leur curiosité, leur esprit critique et leur créativité. L'objectif des sciences expérimentales et de la technologie est de comprendre et décrire la nature, le monde créé par l'Homme, mais aussi et surtout de maîtriser les changements induits par l'activité humaine. Il s'agit de motiver les apprenants à travers plusieurs questionnements scientifiques, car « c'est la question qui suscite l'intérêt de l'élève » (Willingham, 2010, p. 20).

La culture scientifique et technologique constitue l'une des sept compétences du socle commun de connaissances, de compétences et de culture devant être maîtrisées en fin de scolarité obligatoire. Cette culture s'appuie sur « une connaissance des principes et des finalités du raisonnement scientifique, une pratique de la démarche scientifique, une compréhension des techniques courantes : conception, réalisation et fonctionnement des objets techniques » (Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports, 2020).

Comme le soulignait déjà Guy Brousseau en 1984, un schéma d'apprentissage intéressant est celui « où on pose une question, dont la réponse doit être produite grâce à une recherche propre de l'élève » (1984, p. 1). Selon lui, l'accès au savoir nécessiterait « une adaptation qui produit des réponses nouvelles qui sont la preuve d'un apprentissage » (ibid.). En effet, l'élève doit être capable de s'adapter à de nouvelles situations d'apprentissage, et ainsi construire lui-même son savoir, en s'appuyant sur ses expériences passées. C'est l'enseignant qui provoque cette adaptation, en choisissant les situations auxquelles il confronte les élèves.

Georges Charpak, initiateur de « La main à la pâte », prône une « approche par investigation » des sciences (Charpak, 1996), invitant les élèves à imiter le travail des chercheurs, en suivant une procédure leur permettant de construire un savoir scientifique. Ce concept est par ailleurs recommandé dans les programmes actuels de l'éducation nationale (MENESR, 2020).

Ainsi, dès leur plus jeune âge, les enfants sont initiés à la démarche expérimentale d'investigation, pouvant être définie comme un « outil d'investigation pour décrire et comprendre le réel [...] qui repose sur un questionnement » (Vuala, Paccaud, 1999, p. 23). Cette démarche articule deux principes (Sarmant, équipe La main à la pâte, 2002) :

- **l'unité** : un questionnement sur un objet ou un phénomène du monde réel amène les élèves à mener une investigation grâce à laquelle ils acquièrent des connaissances et des savoir-faire.
- **la diversité** : l'investigation peut prendre différentes formes (expérimentation directe, réalisation matérielle, observation directe ou avec instrument, recherche documentaire, enquête ou visite).

L'action directe des élèves doit être privilégiée dès que cela est possible, afin de les rendre acteurs de leur apprentissage.

Comme l'explique la fondation La main à la pâte, le canevas d'une séquence typique reprenant la démarche d'investigation s'organise donc ainsi (Sarmant, équipe La main à la pâte, 2002) :

- **Le choix d'une situation-problème de départ**, se basant sur des centres d'intérêt d'actualité ou suscités par une activité des élèves. Cette situation est choisie par l'enseignant, de sorte qu'elle suscite un conflit cognitif, et que sa résolution soit perçue comme le franchissement d'un obstacle par les élèves.
- **La formulation du questionnement des élèves**, guidée par l'enseignant.
- **L'émission d'hypothèses** par les élèves, qui font notamment émerger leurs conceptions initiales.
- **La conception de l'investigation**, en construisant un protocole visant à valider ou invalider les hypothèses, et en prenant en compte la disponibilité du matériel expérimental et/ou documentaire. Les élèves font également des prévisions sur le résultat de leur expérimentation. Précisons que cette phase est délicate pour de jeunes enfants, car ils doivent isoler les variables susceptibles d'impacter l'expérience.
- **L'investigation** des élèves, souvent réalisée en groupe, où ils décrivent l'expérience qu'ils réalisent, par des schémas, dessins ou phrases. Cette recherche permet la validation ou non des hypothèses.
- **L'acquisition et la structuration des connaissances**, moment où l'on compare les résultats des groupes, on analyse les expériences réalisées. On formule ce qui vient d'être montré, à travers une production pouvant prendre la forme d'un texte, d'un graphique, d'une maquette ou encore d'un document multimédia.

La trame décrite ne doit pas forcément être suivie de façon linéaire ; en effet des allers et retours entre les différentes phases permettent aux élèves de mener une investigation réfléchie.

Ces étapes reprennent la démarche que mettrait en place un scientifique face à une question non résolue, telle que décrite par Jean-Paul Jouary, et permettent aux élèves d'intérioriser "les causes de leurs difficultés, le sens de leurs connaissances, le goût des sciences vécues comme aventures humaines et l'esprit critique autant nécessaire à leur vie quotidienne qu'à leur réussite scolaire et professionnelle" (Jouary, 1997, p. 4).

1.1.2. La place de l'écrit dans l'enseignement des sciences

Les sciences et technologies suscitent le développement des capacités d'expression, écrites comme orales. En effet, les compétences langagières sont renforcées chez les élèves à travers les nombreuses activités proposées : descriptions, comparaisons, reformulations, interprétations, conclusions, argumentations, lectures et productions d'écrits variés.

L'expression orale est fortement sollicitée lors des échanges entre élèves (travaux de groupe) ou entre élèves et professeur (moments de questionnement). Cela favorise l'expression de leur pensée spontanée pour confronter leurs points de vue, et permet un travail sur l'argumentation, ayant pour but de convaincre autrui.

La mise en place d'une démarche expérimentale nécessite la mise par écrit de certains éléments du discours des élèves. La formulation utilisée doit alors être soignée et le vocabulaire plus précis, afin de s'orienter vers un langage scientifique, incluant parfois des schémas, dessins etc. L'écrit permet aussi de mettre à distance, d'objectiver, de clarifier les savoirs (Sarmant, équipe La main à la pâte, 2002).

Les écrits produits par les élèves ont pour but de favoriser leur apprentissage. Ils peuvent avoir plusieurs objectifs : planifier, mémoriser ou garder une trace, transmettre ou expliquer, ou encore comprendre et synthétiser. C'est notamment le cas de la trace écrite d'institutionnalisation, qui constitue une synthèse de l'investigation, dont nous reparlerons dans la partie 1.2..

1.2. Une nécessaire structuration de la connaissance scientifique

1.2.1. Les conceptions initiales des élèves : de potentiels obstacles à la construction d'un savoir scientifique

Comme le disait Gaston Bachelard, « quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés » (Bachelard, 1938, p. 16). En effet, les élèves arrivent à l'école avec leurs propres idées, et leur propre vision des choses, ayant pour origine les connaissances acquises et les expériences vécues au

cours de leur vie, sans oublier les représentations qui dérivent des médias (Jouary, 1997). Ces conceptions sont bien souvent résistantes, et peuvent constituer des obstacles à l'acquisition de nouvelles connaissances. Il est donc nécessaire de rompre avec ses expériences antérieures pour apprendre, en passant par des remises en question des représentations initiales, non construites par l'enseignement.

Le recueil des conceptions initiales des élèves peut être fait à l'oral ou à l'écrit, cependant il est intéressant d'en garder une trace, afin de pouvoir confronter les élèves à l'évolution de leurs connaissances. En comparant leurs attentes aux phénomènes réellement observés, les élèves vont possiblement transformer leurs représentations préalables, contribuant à une construction plus durable des connaissances. G. Bachelard affirme que pour les apprenants, "il s'agit alors, non pas d'acquérir une culture expérimentale, mais bien de *changer* de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne" (Bachelard, 1938, p. 21). Les situations-problèmes, telles que celles mises en place dans la démarche d'investigation, suscitent un conflit socio-cognitif, pouvant entraîner la déconstruction d'un concept initial et la reconstruction d'un savoir scientifique. Jean-Paul Jouary défend également cette idée selon laquelle c'est la remise en question qui forge les apprentissages : "ne pas montrer à l'autre quel chemin il doit prendre, mais former en lui la capacité à trouver le bon chemin, [...] à force de contradictions, d'étonnement, de prise de conscience de l'erreur, de désir d'en sortir" (Jouary, 1997, p. 3).

Ce recueil "permet au maître de mieux cerner les théories implicites des élèves, et à ces derniers de mieux identifier la nature scientifique du problème posé" (Sarmant, équipe La main à la pâte, 2002). C'est en effet grâce aux réponses des élèves que l'enseignant pourra connaître les points de vigilance ou les notions sur lesquelles il faudra insister, afin de construire sa séquence en l'axant davantage sur les besoins des élèves.

1.2.2. Des exemples de conceptions erronées en électricité

Dans leur ouvrage *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques* (1993), Jean-Jacques Dupin et Samuel Joshua présentent diverses conceptions initiales concernant l'électricité, retrouvées chez bon nombre d'élèves. Parmi elles se trouvent des représentations constatées chez certains élèves de CE2 ayant assisté à la séquence établie dans le cadre de ce mémoire ; il est donc intéressant de les expliciter :

- **La conception unipolaire** : les élèves pensent pouvoir allumer une ampoule avec une pile uniquement, en établissant un seul point de contact avec celle-ci.

- **La conception unifilaire** : les élèves pensent pouvoir allumer l'ampoule loin de la pile en utilisant un seul fil électrique ; cette idée rejoint la précédente puisqu'elle ne présente qu'un point de contact.
- **La conception des courants antagonistes** : les élèves ont compris la nécessité de deux fils pour allumer l'ampoule (l'un relié au plot et l'autre au culot), mais ils imaginent qu'un courant positif provenant de la borne + de la pile circule jusqu'à l'ampoule par un fil, tandis qu'un courant négatif créé par la borne - circule jusqu'à l'ampoule par le second fil. Alors les deux courants antagonistes se rejoignent dans l'ampoule, permettant à celle-ci de s'allumer.

Ces conceptions erronées peuvent être facilement déconstruites chez les élèves par la manipulation de matériel d'électricité.

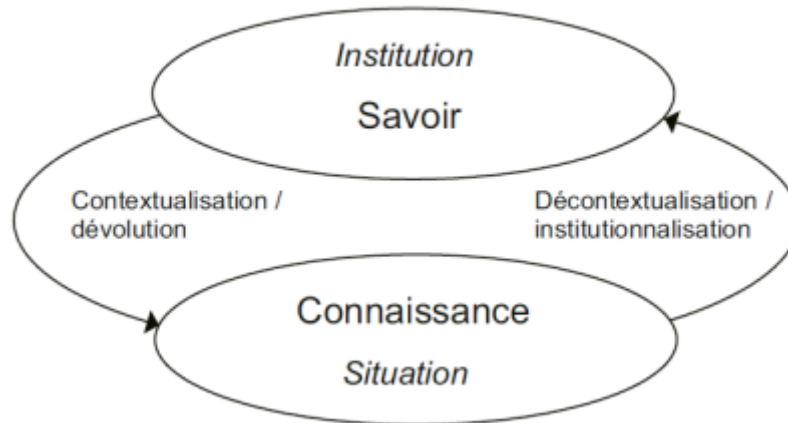
1.2.3. La phase d'institutionnalisation : la transformation d'une connaissance contextualisée en un savoir décontextualisé

Même si la démarche d'investigation permet une appropriation solide des connaissances de part la progression logique de ses différentes parties, c'est la phase d'institutionnalisation qui va réellement permettre l'acquisition d'un savoir scientifique.

La formalisation des connaissances, même partielle car complexe pour des élèves d'école primaire, est essentielle pour donner du sens aux investigations réalisées par les élèves. Il s'agit de mettre en évidence des principes observés permettant d'expliquer différents phénomènes, motivant les élèves à comprendre le monde qui les entoure. Il ne faut en aucun cas se contenter d'accumuler des observations n'amenant à aucune connaissance fixée, au risque de faire passer les sciences pour "une impasse permanente (on cherche, mais on ne trouve rien...)" (IGEN, sept 2000/janv 2001, p.7).

Le processus d'institutionnalisation est défini de la sorte par Guy Brousseau en 1998 : "C'est une situation qui se dénoue par le passage d'une connaissance de son rôle de moyen de résolution d'une situation d'action, de formulation ou de preuve, à un nouveau rôle, celui de référence pour des utilisations futures, personnelles ou collectives." L'institutionnalisation "permet au professeur et à l'élève de reconnaître et de légitimer « l'objet de l'enseignement »". (Brousseau, 1998, p.4-5). En phase d'institutionnalisation, la connaissance qui était le moyen de résolution dans une situation donnée, change de statut et devient une référence qui pourra être réutilisée dans de nouvelles situations.

Selon G. Brousseau, cette phase est donc primordiale et donne à la connaissance “le statut culturel indispensable de “savoirs”” (Brousseau, 1997, p. 9). Le schéma suivant reprend ce concept (Laparra & Margolinas, 2010, p.146) :



M. Laparra et C. Margolinas expliquent ainsi que l’enseignement débute avec une contextualisation, où l’élève rencontre, dans une situation donnée, une connaissance. “Le processus qui fait changer de statut la connaissance en la faisant évoluer graduellement vers un régime de savoir est le processus d’institutionnalisation, qui passe par des formulations, des validations, une décontextualisation, une mémorisation, etc.” (ibid.).

Brousseau affirme lui aussi que “les connaissances privées et même publiques restent contextualisées et vont disparaître dans le flot des souvenirs quotidiens si elles ne sont pas replacées dans un répertoire spécial dont la culture et la société affirment l’importance et l’usage” (Brousseau, 1997, p. 9), c’est-à-dire si ces connaissances ne sont pas officialisées comme des savoirs reconnus et réutilisables pour de nouvelles situations.

Cécille Allard rejoint cette idée en décrivant trois phases : le processus de contextualisation, de décontextualisation et de recontextualisation (Allard, 2016). L’institutionnalisation d’un savoir serait donc un processus qui se joue en trois temps pour permettre son assimilation. Lors de la contextualisation, l’élève découvre une notion dans un contexte précis. La décontextualisation a pour rôle d’extraire la connaissance du contexte dans lequel elle était étudiée, et de lui attribuer le statut officiel de “savoir”, réutilisable dans d’autres situations. Enfin, au cours de la recontextualisation, les élèves utilisent le savoir acquis dans un nouveau contexte.

Le transmission d’un savoir à l’élève repose sur le contrat didactique que décrit G. Brousseau, établi implicitement entre apprenant et enseignant. Le savoir que communique le professeur est édifié dans une institution de référence et n’est pas inventé par l’enseignant. De

plus, il a pour but d'aider l'élève à objectiver, en oubliant le contexte d'apprentissage, afin de n'en tirer que le savoir et ses conditions d'utilisation. Enfin, l'assujettissement subi par l'apprenant prend fin quand ce dernier est capable, en connaissance de cause, de prendre ses propres décisions (Brousseau, 1997).

L'institutionnalisation, phase de structuration, pourrait donc se résumer en la transformation d'une connaissance contextualisée en un savoir décontextualisé, qui nécessite d'être mis par écrit.

1.2.4. La trace écrite : résultat de la phase d'institutionnalisation

1.2.4.1. Les fonctions de la trace écrite d'institutionnalisation

La structuration du savoir établi à l'issue de la démarche d'investigation nécessite une trace écrite. Qu'elle soit distribuée aux élèves, réalisée de façon individuelle ou collective, elle constitue une mise à l'écrit d'un savoir élaboré en classe afin de lui accorder une place et un rôle officiels dans le processus d'apprentissage (IEN Soissons 2, 2010-2011). La trace écrite d'institutionnalisation référence les savoirs que les élèves devront connaître. Elle reprend les principales notions vues au cours d'une ou plusieurs séances, et présente un vocabulaire spécifique. Elle est souvent réalisée après la mise en commun des résultats des élèves, et avant la phase d'application ou de réinvestissement.

Cinq fonctions de la trace écrite sont distinguées par les pédagogues. Elle représente d'abord **un outil de conceptualisation**. En effet, elle met en mots ce qui a été appris afin d'instituer un savoir. L'élève passe de ce qu'il a vécu à ce qu'il est capable d'en dire et procède ainsi à des opérations mentales comme la formulation, le classement, l'organisation ou la hiérarchisation. La trace écrite est également **une aide à la mémorisation** ; elle permet à l'élève de retenir un savoir, d'aller le retrouver. Il est donc important de veiller à sa lisibilité et à son organisation. Ensuite, elle constitue **un outil de réinvestissement**. Comme un savoir se construit progressivement, par enrichissements successifs, la trace écrite donne la possibilité de le réactiver pour le préciser, l'enrichir en revenant dessus. Elle est aussi **support des apprentissages langagiers**, car sa production entraîne les élèves à produire des écrits informatifs ou explicatifs, à veiller à leur mise en forme, à utiliser un vocabulaire spécifique et précis, tout en veillant au respect des règles orthographiques et syntaxiques. Enfin, la trace écrite **aide à la métacognition**. En sélectionnant les informations, en structurant un écrit reprenant ce qu'il a découvert, l'élève prend conscience de ses apprentissages et rend son savoir transmissible (IEN Soissons 2, 2010-2011).

Notons également que la trace écrite joue un rôle de communication de l'activité pour les personnes extérieures à la salle de classe, comme les familles mais aussi le corps d'inspection : "elle constitue la preuve matérielle que quelque chose a eu lieu" (Promonet, 2017, p. 2).

1.2.4.2. Les supports de la trace écrite d'institutionnalisation

Le support utilisé pour la trace écrite peut être individuel et/ou collectif. Les élèves possèdent généralement un cahier ou un classeur organisé, où sont rangés les documents de cours et les leçons. Ces outils individuels sont éventuellement complétés par des affichages didactiques en classe, qui peuvent être évolutifs au cours de l'année scolaire. Tous ces outils doivent être accessibles à l'ensemble des élèves, c'est pourquoi il faut veiller à leur lisibilité et à la mise en évidence des informations importantes.

Le "cahier d'expérience" dont parle G. Charpak dans son ouvrage *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire* (1996), est un outil propre à l'élève, où il peut recueillir ses représentations, ses hypothèses, garder une trace des expériences réalisées et des résultats obtenus. Les écrits peuvent prendre plusieurs formes : phrases, dessins, schémas, graphiques etc. Son but est de retracer le cheminement de l'élève tout au long de la démarche d'investigation. C'est dans ce cahier que peut se ranger la trace écrite, concluant les différentes séances de sciences. T. Philippot et D. Niclot comparent ce support à une "mémoire morte" que l'élève pourra relire et réutiliser, servant de "réfèrent commun" pour la classe. La trace écrite peut quant à elle être perçue comme une "mémoire vive" activant chez les élèves des processus intellectuels, rendant possibles de nouveaux apprentissages (Philippot et Niclot, 2011).

1.3. La place de l'élève dans la démarche d'investigation

1.3.1. Un enseignement qui s'appuie sur une méthode socioconstructiviste

Depuis plusieurs années, les pédagogues prennent conscience de l'importance de rendre l'élève acteur de ses apprentissages. "Les didacticiens tendent actuellement à privilégier une démarche constructiviste, dans laquelle les connaissances se construisent dans l'action au cours d'une démarche guidée par le maître." (IGEN, sept 2000/janv 2001, p. 6). En sciences notamment, les hypothèses émises par les élèves reposent sur leurs connaissances et leurs représentations antérieures. À travers la recherche ou l'expérimentation, ils construisent

de nouveaux savoirs, qui seront utilisés pour expliquer d'autres situations, et ainsi commencer à comprendre le monde qui les entoure.

La vision constructiviste a été petit à petit complétée par d'autres paradigmes. G. Charpak soulignait l'importance des interactions entre pairs et des interactions entre l'adulte et les enfants pour construire un savoir (Charpak, 1996). Cette vision de l'apprentissage, non sans rappeler l'approche socioconstructiviste de L. Vygotski, attribue aux interactions sociales avec l'environnement un rôle prépondérant dans l'acquisition des connaissances. Les activités des élèves réalisées en groupe sont à l'origine de conflits sociocognitifs lorsqu'il y a émergence de points de vue divergents, et confrontation des hypothèses de chacun. L'enseignant est chargé d'agencer chaque phase de la démarche, en commençant par la mise en place d'une situation-problème à l'origine d'un questionnement des élèves. Comme le décrivait Jerome Bruner, un "étayage" de l'élève par l'adulte se met en place : l'adulte soutient et guide l'élève dans son apprentissage, tout en maintenant son attention et en lui évitant la frustration (Bruner, 1996). De plus, lors de la phase d'institutionnalisation, l'enseignant essaie d'orienter l'enfant dans la décontextualisation des notions abordées.

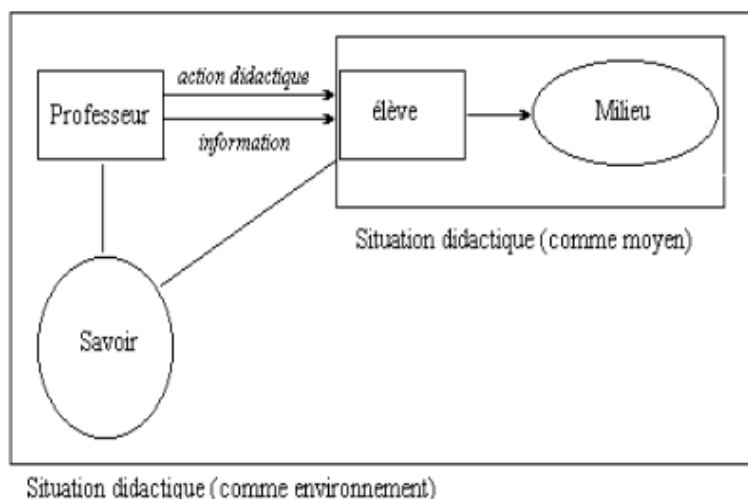
L'ensemble de ces interactions stimulent les apprentissages des élèves. Ainsi, même si la démarche scientifique cherche à rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages et autonomes, elle ne peut être efficace sans l'accompagnement du professeur.

1.3.2. Le rôle essentiel de l'enseignant dans la démarche d'investigation

G. Bachelard aimait à dire qu'il est impossible d'apprendre les sciences de façon "naturelle", c'est-à-dire par simple observation. Il était d'avis qu'« il n'est guère à penser qu'on puisse trouver un matérialiste de génie qui refasse la chimie loin des livres, avec des pierres et de la poudre » (Bachelard, 1953, p.65). L'apprentissage des sciences implique selon lui un "dogmatisme légitime" (ibid., p.45). L'élève ne peut construire seul un concept scientifique après s'être confronté à une expérience ; l'intervention du maître est nécessaire pour apporter l'« encadrement rationnel adéquat » (ibid., p.42).

À l'école primaire, les élèves sont encore très jeunes, et il est difficile pour eux de construire spontanément une connaissance scientifique, à la suite d'une expérimentation menée en classe. Le rôle du maître est primordial pour les guider vers la confrontation avec le savoir constitué (IGEN, sept 2000/janv 2001) et la structuration de la connaissance scientifique.

Afin de représenter les relations entre enseignant, apprenant et savoir, G. Brousseau propose le schéma suivant (Brousseau, 1997, p. 21) :



Il explique que “l’intervention du professeur évoque nécessairement, pour les connaissances qu’il enseigne, un fonctionnement possible dans d’autres circonstances, ne serait-ce que celui des “situations à usage didactique” (exercices ou problèmes) qu’il met en œuvre. Il crée donc, effectivement ou fictivement, un autre “milieu” où l’élève agit de façon autonome.” (ibid.). L’élève est donc influencé par l’environnement didactique où il se trouve, comportant son rapport au savoir, l’action du professeur qui enseigne, ainsi que les interactions qu’il a avec le milieu (comportant notamment le matériel disponible et la manière de l’utiliser). La situation didactique est élaborée par le maître en fonction de l’objectif d’apprentissage, en construisant un problème dont la résolution requiert l’adaptation des élèves. L’enseignant a donc un rôle essentiel dans toute situation didactique menant à un apprentissage, même si ce n’est pas lui qui délivre directement le savoir à l’élève.

Dans une situation didactique, la dévolution est nécessaire. Cela correspondant à l’“acte par lequel l’enseignant fait accepter à l’élève la responsabilité d’une situation d’apprentissage [...] ou d’un problème et accepte lui-même les conséquences de ce transfert” (ibid., p. 41). Cependant, cette dévolution est paradoxale : “Le maître veut que l’élève veuille ne tenir la réponse que de lui-même mais en même temps il veut, il a le devoir social de vouloir, que l’élève donne la bonne réponse. Il doit donc communiquer ce savoir sans avoir à le dévoiler” (ibid.). Rendre l’élève autonome et le laisser endosser librement le rôle de chercheur peut être risqué s’il ne tire pas les bonnes conclusions ; dans ce cas l’enseignant n’a d’autre choix que de le guider davantage, de l’orienter volontairement vers la bonne réponse, ce qui peut être perçu comme contradictoire au principe de dévolution.

Nombreux sont ceux qui voient l'institutionnalisation comme le procédé complémentaire et réciproque de la dévolution (cf. schéma de Laparra & Margolinas, 2010). Lors des phases de dévolution, l'enseignant tend à responsabiliser les élèves dans leurs apprentissages ; tandis que lors de l'institutionnalisation, c'est à lui d'assigner son nouveau statut au savoir établi, en reconnaissant les apprentissages réalisés par les élèves. C'est pourquoi la phase d'institutionnalisation est délicate, puisqu'il s'agit encore une fois de trouver l'équilibre entre une participation des élèves, et un exposé magistral par l'enseignant du savoir à connaître.

1.3.3. La place de l'élève dans la conception de la trace écrite : méthode transmissive versus méthode constructiviste

Différentes approches sont possibles pour ce qui est de la trace écrite. La méthode mise en œuvre influe sur le degré d'implication et de métacognition des élèves, ainsi que sur la forme et le statut de la trace obtenue.

T. Philippot et D. Nicot mettent en évidence des "dilemmes professionnels" intervenant lors de sa conception. D'abord, "l'enseignant est alors amené à un compromis entre sa culture disciplinaire et ce que « les élèves peuvent comprendre »" (Philippot & Niclot, 2011). Il est en effet nécessaire de rédiger "un discours intelligible par les élèves" (ibid.) et bien souvent, l'enseignant doit adapter le vocabulaire scientifique pour le rendre accessible. Un autre problème soulevé est l'équilibre à apporter entre le développement de savoirs disciplinaires et de savoirs transversaux. Les enseignants se demandent quelle acquisition privilégier, et si insister sur les compétences transversales ne feraient pas passer les disciplines scolaires pour de simples prétextes pour travailler les compétences telles que la rédaction, la formulation, la structuration etc. Le passage des "phases de travail oral à leur mise en mémoire écrite" est également complexe, puisque l'enseignant doit juger ce qui est à retenir et ce qui est moins utile. Enfin, la question du temps disponible est mise en avant : "Comment dans le temps souvent jugé insuffisant réussir à faire tout ce que l'enseignant associe la « trace écrite »" (ibid.).

Bien souvent, la trace écrite est donc rédigée par l'enseignant et donnée directement aux élèves. Cette démarche transmissive est souvent mise en place par soucis de temps pour terminer la séance, mais aussi et surtout de précision et de complétude de la leçon. Il n'est pas aisé pour des enfants de construire un bilan organisé, rassemblant les différents savoirs acquis ; il n'est pas non plus facile pour eux de discerner les savoirs à tirer des différentes expérimentations ou recherches mises en œuvre. Deux difficultés majeures sont mises en

avant dans le *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques* : “la difficulté à décontextualiser les connaissances engagées en situation”, ainsi que “les représentations qu’ont les élèves de l’activité scolaire en situation” (Reuter *et al.*, 2013). En effet, si un élève parvient à résoudre un problème, il est rare qu’il s’interroge sur les connaissances mises en œuvre, jugeant la résolution suffisante.

L’ensemble des obstacles énoncés rend l’élaboration de la trace écrite par les élèves complexe, et de nombreux enseignants en reviennent donc à “imposer aux élèves une “trace écrite” toute faite, mais alors qu’en est-il de leurs possibilités d’apprentissages ?” (Philippot & Niclot, 2011). Cette approche transmissive réduit en effet la sollicitation de l’élève, à un moment pourtant crucial permettant de clôturer la séance. La trace écrite élaborée par les élèves, collectivement voire individuellement, dans le cadre d’une démarche plus constructiviste, semblerait donc à privilégier, rendant les élèves plus investis dans leur apprentissage. L’enseignant doit mettre l’élève dans une posture réflexive, pour construire les savoirs en jeu, tout en l’accompagnant.

Il est vrai que l’enseignant a des choses à transmettre à l’élève, et qu’il doit donc s’assurer que ce dernier n’oublie rien lors de la conception de la trace écrite ; cela rejoint le paradoxe du principe de dévolution. Le rôle du maître reste essentiel lors de la phase d’institutionnalisation ; il doit veiller au contenu et à la forme de la trace écrite, même si l’élève prend pleinement part à ce processus. C’est lui qui décide des formulations à conserver (Brousseau, 1997). L’enseignant est garant de la pertinence du produit fini. Se pose donc la question de la part personnelle de l’élève à accorder à cet écrit. L’élève ne peut pas réellement en choisir le contenu, il peut davantage en choisir la forme. Il peut être intéressant que l’élève personnalise la trace écrite afin de se l’approprier ; cependant le statut de la trace en sera plus ou moins modifié (IEN Soissons 2, 2010-2011), selon le degré de liberté accordé à l’enfant pour sa réalisation.

Il existe également des façons intermédiaires de concevoir la trace écrite, comme la distribution par l’enseignant d’une synthèse à trous à compléter individuellement, suivie d’une correction collective, ou encore la rédaction d’un bilan par les élèves suivie d’une mise en commun où le professeur donne sa propre version de la leçon. Il est donc difficile de choisir quelle est la meilleure façon de faire, car nombreuses sont les contraintes concernant la réalisation de la trace écrite.

Mes nombreuses lectures d’études concernant le processus d’institutionnalisation dans le cadre de la démarche d’investigation en sciences m’ont ainsi guidée vers une problématique sur le thème de la trace écrite, d’où découlent deux hypothèses de recherche.

1.4. Problématique et hypothèses de recherche

Ainsi, l'ensemble des étapes de la démarche expérimentale participe à la construction du savoir scientifique. Cependant, l'institutionnalisation est essentielle dans ce procédé, puisque c'est grâce à cette phase que l'enseignant et les élèves transforment une connaissance contextualisée, extraite de l'expérimentation réalisée en classe, en un savoir de référence qui pourra être réutilisé dans de nouvelles situations. La trace écrite d'institutionnalisation témoigne de ce savoir établi. Réalisable sur des supports variés, celle-ci possède différentes fonctions, dont celle d'outil pour l'élève, qui pourra s'y référer lors de tâches ultérieures. Différentes démarches peuvent être mises en place par les enseignants afin de la concevoir. Une participation de l'élève semble intéressante pour un travail de métacognition. Aussi, il semble pertinent de s'interroger sur l'équilibre à apporter entre la liberté de personnalisation de la trace écrite par l'élève, et la contrainte de pertinence du contenu et de la forme, partiellement imposés par l'enseignant du fait de son rôle social.

Alors que le rôle de l'enseignant dans la phase d'institutionnalisation n'est pas négligeable, celui des élèves reste obscur. Comme le soulignent T. Philippot et D. Niclot (2011), il est paradoxal d'observer l'importance que les enseignants accordent à la trace écrite, alors qu'il n'existe que peu de prescriptions à son égard dans les programmes. À l'issue de cet état de l'art, nous pouvons nous demander comment transmettre les savoirs scientifiques aux élèves de façon optimale ? Faut-il les laisser participer pleinement à la phase d'institutionnalisation, et concevoir la trace écrite, malgré les nombreux dilemmes professionnels énoncés plus tôt ? Il est bien plus facile de distribuer une trace écrite construite à l'avance par l'enseignant ; mais les méthodes transmissives et constructivistes ont-elles les mêmes effets sur les apprentissages des élèves ? Y a-t-il une réelle différence d'acquisition pour les élèves entre une synthèse imposée et distribuée, et une leçon construite conjointement avec eux ? Cela leur permet-il de mieux mémoriser les savoirs scientifiques ? Tant de questions que j'ai choisi de regrouper au sein de la problématique suivante :

Comment la réalisation de la trace écrite par les élèves influence-t-elle l'acquisition et la mémorisation des savoirs scientifiques au cycle 2 ?

J'avance ainsi deux hypothèses de recherche :

H1 : L'élaboration de la trace écrite par les élèves aide à l'acquisition des savoirs scientifiques.

H2 : L'élaboration de la trace écrite par les élèves aide à la mémorisation des savoirs scientifiques.

2. Cadre méthodologique - partie scientifique

2.1. Méthode

2.1.1. Participants et contexte

L'expérimentation a été réalisée sur une classe de 19 CE2 d'une école élémentaire publique située dans le centre ville de Chambéry, appartenant à la circonscription de Chambéry 1. Cet établissement rassemble des élèves de milieux sociaux très divers et possède un dispositif ULIS.

La classe comprend dix filles et neuf garçons, âgés de huit à neuf ans. Elle comporte une élève arrivée d'un pays non francophone deux années auparavant, étant parfois en difficulté du fait de son manque de familiarité avec la langue française. Un élève présente un trouble de l'attention avec hyperactivité, et est accompagné d'une AESH sur le temps scolaire. Une élève est diagnostiquée dyslexique et dysorthographique. Trois élèves disposent d'un suivi orthophoniste et orthoptiste hebdomadaire. Enfin, trois élèves, pour qui ont été mis en place des Projets Personnalisés de Réussite Éducative (PPRE), ont des difficultés scolaires avérées dans différents domaines.

L'expérimentation a eu lieu entre janvier 2021 (test initial) et mars 2021 (post test de mémorisation). La séquence a été mise en place en période 3 à raison de 2 séances par semaine. Celle-ci s'est donc déroulée dans un contexte sanitaire particulier lié à l'épidémie mondiale de la Covid-19. De ce fait, il était assez fréquent que des élèves soient absents pour certaines séances, ne pouvant se rendre à l'école en étant "cas-contact". Un des élèves ayant été absent lors de quatre des huit séances, ainsi que lors du test initial et de l'évaluation finale, n'a pas été pris en compte dans l'étude. L'analyse porte donc sur **18 élèves**.

2.1.2. Matériel utilisé

Le matériel d'électricité utilisé pour la séquence m'a été généreusement prêté par mon encadrant de mémoire M. Rigaut. Il comporte des piles 4,5 V (type 1203), des ampoules, des douilles pour les ampoules, des diodes électroluminescentes, des interrupteurs, des buzzers, des moteurs, des fils électriques à pinces crocodiles et de la paille de fer. Les quantités ont été calculées en amont afin que chaque groupe d'élèves puisse réaliser les manipulations.

2.1.3. Procédure

2.1.3.1. Le test initial en amont de la séquence

Trois semaines avant le début de la séquence, les élèves ont répondu à une évaluation diagnostique, nommée “test initial” qui comportait 10 questions (cf annexe n°4). Le test était réparti en 3 pages, données au fur et à mesure aux élèves, afin de laisser de la place pour les réponses (phrases, dessins et schémas), mais également pour que les élèves ne disposent pas de la réponse aux premières questions dans les questions suivantes (exemple des fils électriques demandés en question 2 et dessinés en question 7). Par souci de concision, l'évaluation est donnée en annexe sans respect de sa mise en page ; les questions sont simplement données les unes à la suite des autres. Pour chaque question, un barème a été établi afin d'évaluer le niveau de l'élève. Il est visible en partie 2.2. ; il s'agit du même barème que pour les tests d'acquisition et de mémorisation. Une partie des élèves ayant déjà étudié l'électricité en CE1 et l'autre non, leurs niveaux de connaissances étaient très hétérogènes. L'objectif du test initial était donc triple :

- **constater les acquis et les conceptions erronées** des élèves avant de débiter la séquence, et donc les points sur lesquels il faut plus ou moins insister,
- **visualiser l'évolution des savoirs** des élèves entre le début et la fin de la séquence,
- et surtout, diviser la classe en deux échantillons dont les moyennes obtenues à l'évaluation diagnostique sont proches, afin de réaliser mon expérimentation sur **deux groupes au niveau initial moyen équivalent**.

Les questions du test initial balayaient l'ensemble des notions qui sont abordées pendant la séquence. Aussi, certaines questions étant très poussées, je m'attendais à un grand nombre d'erreurs dans les réponses des élèves.

2.1.3.2. L'élaboration des deux groupes

Pour constituer les deux groupes, j'ai calculé la note obtenue par chaque élève au test initial noté sur 35 points (cf annexe n°5). J'ai ensuite réparti les élèves à l'aide des résultats, tout en veillant à ce que les bons élèves ne soient pas tous ensemble ; de même pour les élèves plus faibles scolairement parlant. J'ai ainsi obtenu les groupes suivants :

- **G1** composé des élèves E5, E6, E7, E8, E9, E11, E13, E15, E17, ayant obtenu pour **moyenne 6,83/35**

- **G2** composé des élèves E1, E2, E3, E4, E10, E12, E14, E16, E18, ayant obtenu pour **moyenne 6,22/35**.

2.1.3.3. Quelques conceptions initiales des élèves

Parmi les réponses obtenues au test initial, il est intéressant de relever quelques conceptions initiales des élèves concernant l'électricité. Des exemples de celles-ci sont rassemblés dans l'annexe n°6. **Parmi les 18 élèves**, les conceptions erronées les plus fréquentes sont les suivantes :

- **la conception unipolaire** chez 11 élèves,
- **la conception unifilaire** chez 9 élèves,
- une analogie entre ampoule et lampe type lampe de poche, avec **la pile à l'intérieur de l'ampoule** chez 5 élèves,
- **l'électricité transmise par l'air**, avec une ampoule qui s'allume sans contact avec la pile chez 3 élèves,
- **le plastique et le verre cités comme matières conductrices** du courant électrique chez 10 élèves.

Un seul élève avait déjà acquis la notion de double contact, même si la représentation de l'ampoule n'était pas encore très précise, avec 3 parties au lieu de 4 (cf annexe n°7).

2.1.3.4. Le protocole mis en place pendant les séances

Grâce à l'élaboration des deux groupes à la suite du test initial, et afin de tenter de répondre à ma problématique et de tester mes hypothèses de recherche, le protocole suivant a été mis en place lors de chaque séance :

- **mise en place d'une séance unique pour toute la classe**, avec un contenu identique pour les deux groupes, respectant la trame suivante : un questionnement initial, l'émission d'hypothèses individuelles, la conception de l'investigation et l'investigation "pratique", les observations (mises à l'écrit sous forme de phrases, de dessins ou de schémas selon les séances), puis une mise en commun ;
- **différenciation du procédé pour la phase d'institutionnalisation selon les groupes**, avec un groupe qui élabore la trace écrite collectivement et conjointement à l'enseignant, et l'autre groupe qui reçoit une trace écrite construite entièrement par l'enseignant, qui est lue et explicitée oralement.

Pour la conception de la trace écrite avec les élèves, un VPI relié à un ordinateur était utilisé, permettant de projeter au tableau une page blanche vierge. Cette dernière était complétée par

les élèves à l'aide de dessins et/ou schémas réalisés avec le stylet tactile, ainsi qu'avec des phrases écrites à la main ou dactylographiées avec le clavier de l'ordinateur (cf un exemple en annexe n°2).

Afin de veiller à la complétude de la leçon, l'enseignant étayait beaucoup les productions des élèves, les aidait à verbaliser leurs idées et à les reformuler dans un langage clair et scientifique. En fin de séance, le groupe qui avait créé une trace écrite recevait l'impression de la version créée collectivement, ainsi que la version construite en amont par l'enseignant (cf un exemple en annexe n°3) qui venait compléter la leur, par souci de clarté du contenu et de justesse des illustrations. La trace écrite créée par l'enseignant était également distribuée au groupe qui ne construisait pas la leçon.

Afin de ne léser aucun groupe d'élèves dans leurs apprentissages, les groupes sont inversés à la moitié de la séquence de la façon suivante :

- pour les 4 premières séances : G1 est le groupe test et élabore la trace écrite, G2 est le groupe témoin et reçoit simplement la trace écrite construite par l'enseignant,
- pour les 4 dernières séances : G2 est le groupe test et élabore la trace écrite, G1 est le groupe témoin et reçoit simplement la trace écrite construite par l'enseignant.

Au cours de la partie commune de chaque séance, pour permettre une manipulation optimale du matériel, les élèves ont été répartis en cinq groupes de 3 et un groupe de 4 élèves.

2.1.4. La séquence “Comment fonctionne un circuit électrique”

La séquence, intitulée “Comment fonctionne un circuit électrique ?” comporte 8 séances. Le plan de séquence est consultable en annexe n°1, avec les objectifs notionnels et méthodologiques de chaque séance.

En référence au programme du cycle 2, l'attendu de fin de cycle visé est “Réaliser quelques objets et circuits électriques simples, en respectant des règles élémentaires de sécurité”. Les connaissances et compétences associées sont les suivantes :

- Identifier les propriétés de la matière vis-à-vis du courant électrique.
- Différencier des objets selon qu'ils sont alimentés avec des piles ou avec le courant du secteur.
- Connaître les constituants et le fonctionnement d'un circuit électrique simple, des exemples de bons conducteurs et d'isolants, le rôle de l'interrupteur, les règles élémentaires de sécurité.

Les effectifs des groupes sont présentés en annexe n°8, le **groupe test** étant celui des **concepteurs de la trace écrite**, et le **groupe témoin** celui des **receveurs de la trace écrite**.

Les variations sont dues aux absences d'élèves pour cause de maladie.

Afin de tester l'acquisition des savoirs scientifiques, une évaluation a été réalisée en fin de séquence, la semaine suivant la dernière séance. Pour tester la mémorisation à long terme des savoirs scientifiques, une évaluation a été réalisée sept semaines après la fin de la séquence.

2.2. Analyse des données par séance et résultats

Cette partie est dédiée à la présentation des résultats obtenus aux différentes questions de l'évaluation. Ces questions sont regroupées par rapport à la séance en classe où les notions ont été abordées. Le barème est donné pour chaque question. Afin d'analyser les résultats, ceux-ci sont présentés sous forme de diagrammes en bâtons où les élèves sont répartis selon leur nombre de points, et de tableaux permettant de suivre l'évolution des moyennes du groupe test et du groupe témoin en valeur et en pourcentage. Des arrondis de présentation ont été utilisés dans les tableaux de valeurs, expliquant certaines "anomalies" dans les calculs des évolutions de moyennes, alors accompagnés d'un astérisque (*).

Ces données ont été calculées à partir des résultats de chaque élève pour l'ensemble des questions en test initial, en post-test mesurant l'acquisition, et en post-test mesurant la mémorisation. Le test initial et les deux post-tests étaient identiques (cf annexe n°4). Les tableaux consignants ces données sont consultables en annexe n°9.

Précisons que la séance 8 n'a pas fait l'objet d'une analyse des résultats des deux groupes, car en raison de sa complexité, le groupe test n'est pas parvenu à concevoir la trace écrite finale. Il a donc été donné, au groupe test comme au groupe témoin, la trace écrite réalisée par l'enseignante.

2.2.1. Séance 1 : Quels sont les sources et les effets des objets électriques ?

L'objectif de cette séance est de comprendre qu'il existe 2 types de sources d'électricité : les piles ou le courant du secteur, et que les objets électriques peuvent être classés en 4 catégories selon leur effet : éclairage, chauffage, mouvement, production de bruit.

Question 1-a : "Quelles sont les différentes sources d'électricité ?"

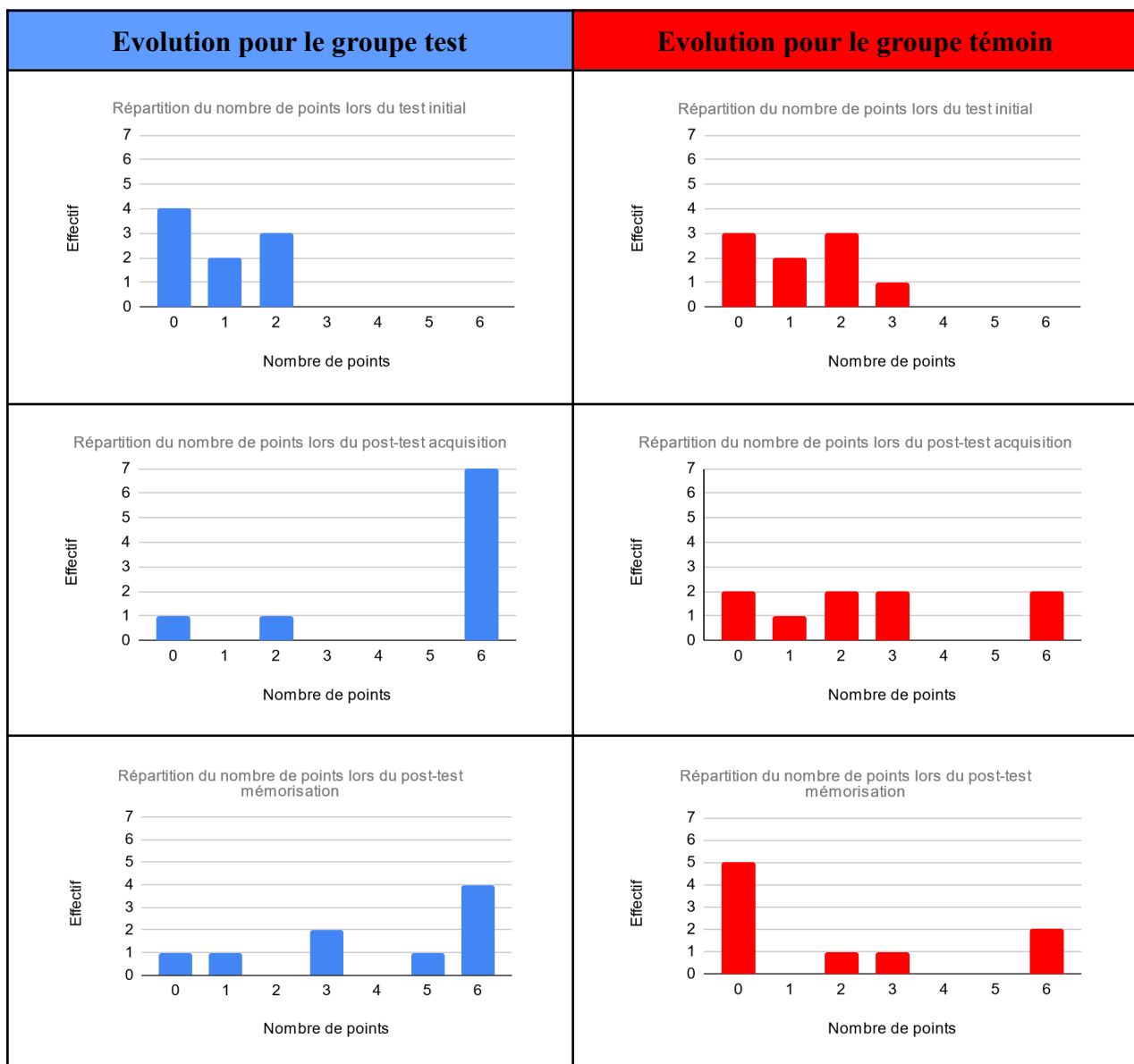
| Barème | Type de réponse |
|----------|--|
| 3 points | Les 2 sources citées sont les piles et le courant du secteur/la prise. |
| 2 points | Les 2 sources d'électricité sont citées avec un vocabulaire maladroit / imprécis. Exemple "pile et câble". |
| 1 point | Une seule source est citée à l'aide des mots "pile", "batterie" ou "prise" dans la réponse. |
| 0 point | Réponse incohérente ou absence de réponse. |

Question 1-b : “Quels sont les différents effets des objets électriques ?”

| Barème | Type de réponse |
|----------|---|
| 3 points | Les 4 effets sont cités : éclairage, chauffage, mouvement, bruit. |
| 2 points | Présence de 2 ou 3 effets parmi les 4. |
| 1 point | Présence d’un effet parmi les 4. |
| 0 point | Réponse incohérente ou absence de réponse. |

Pour la question 1, le total des points a été calculé en additionnant la partie “a” et la partie “b” ; les résultats de la séance n°1 ont donc été notés sur 6 points.

Les résultats des deux groupes ont évolué de la manière suivante :



Les tableaux suivants nous aident à suivre l’évolution des résultats des groupes.

| Moyennes | Test initial | Post-test acquisition | Post-test mémorisation |
|---------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Groupe test | 0,9 | 4,9 | 4,0 |
| Groupe témoin | 1,2 | 2,6 | 1,9 |

| Evolution en post-test acquisition | En valeur | En pourcentage |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Groupe test | 4,0 | 450 |
| Groupe témoin | 1,3* | 109 |
| Evolution en post-test mémorisation | En valeur | En pourcentage |
| Groupe test | -0,9 | -18 |
| Groupe témoin | -0,7 | -26 |

A l'issue de cette expérimentation, nous observons d'abord une moyenne nettement supérieure du groupe test lors des deux post-tests. Ce groupe de concepteurs de la trace écrite a vu sa moyenne augmenter de 4 points lors du post-test acquisition, contre seulement 1,3 points pour le groupe témoin. La perte de points entre le test acquisition et le test mémorisation est légèrement plus prononcée chez le groupe test (-0,9 points) que chez le groupe témoin (-0,7 points), mais la moyenne du groupe test (4/6) est quasiment le double de celle du groupe témoin (1,9/6). De plus, plus de la moitié des élèves du groupe témoin obtient la note de zéro à cette question, contre seulement un élève du groupe test.

Lors de la conception de la trace écrite avec le groupe-test, l'enseignante a guidé les élèves vers deux classements différents pour les mêmes objets électriques. Ils ont ainsi bien perçu la différence entre la source électrique et l'effet de l'objet. Amener les élèves à mettre par écrit ces deux classements différents semble avoir été bénéfique pour l'acquisition des notions de sources et d'effets, ainsi que pour leur mémorisation à long terme.

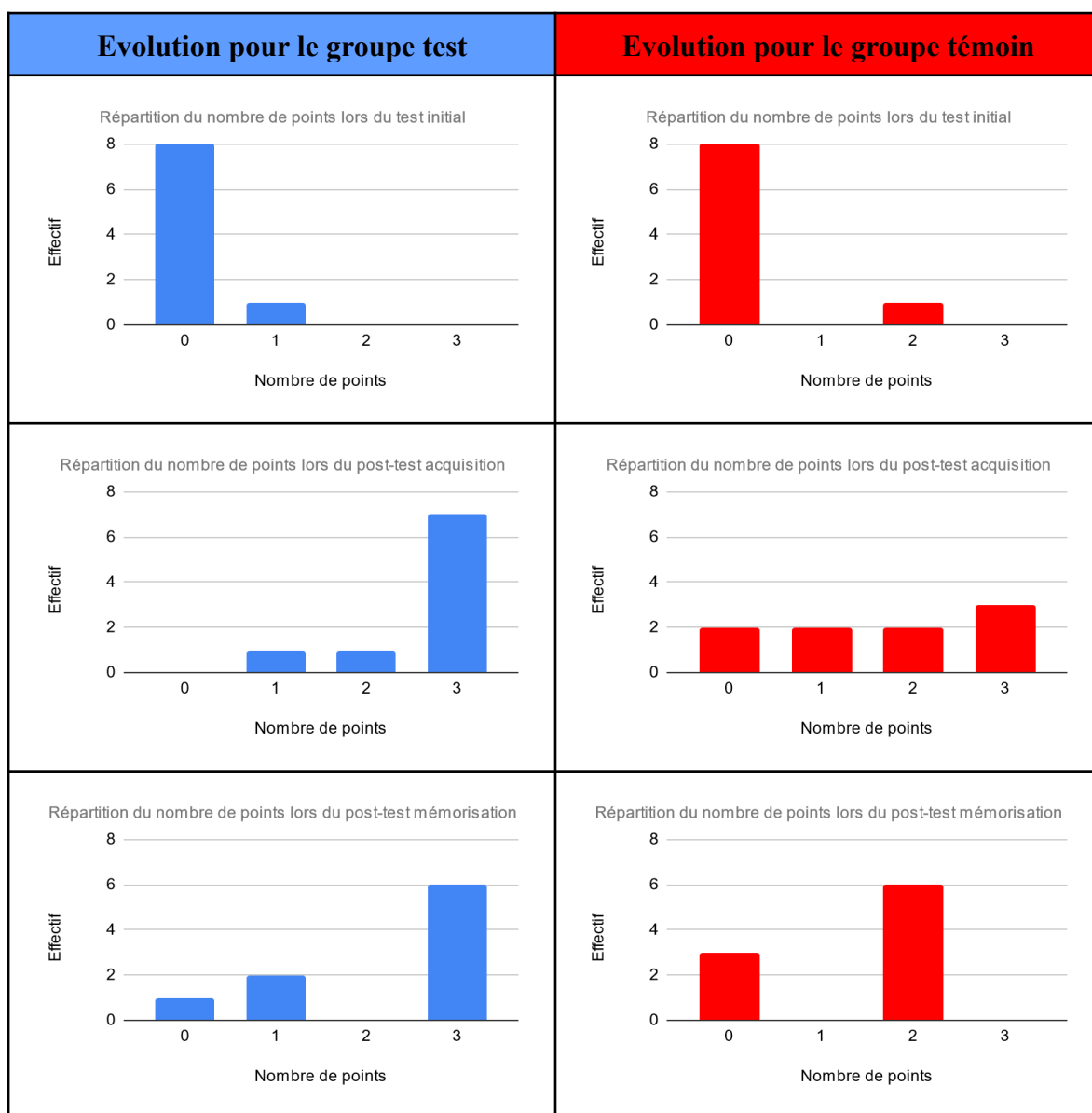
2.2.2. Séance 2 : Est-il possible de faire briller une ampoule avec une pile uniquement ?

Cette séance visait la compréhension par les élèves de la notion de double contact entre les deux bornes de la pile et deux parties distinctes de l'ampoule : le plot et le culot.

Question 2 : "Dessine une ampoule qui brille grâce à une pile uniquement."

| Barème | Type de réponse |
|----------|--|
| 3 points | Le dessin comprend une ampoule en 4 parties et une pile dont une lame est en contact avec le plot et l'autre avec le culot (double contact). |
| 2 points | Le dessin comprend une ampoule en 3 parties et une pile dont une lame est en contact avec le plot et l'autre avec le culot (double contact). |
| 1 point | Le dessin comprend une pile et une ampoule reconnaissables ; le montage est imprécis, il y a un simple contact entre la pile et l'ampoule. |
| 0 point | Dessin incohérent (exemple : pas de contact entre pile et ampoule) ou absence de réponse. |

Voici comment ont évolué les résultats des deux groupes :



Les tableaux ci-dessous présentent l'évolution des moyennes des groupes.

| Moyennes | Test initial | Post-test acquisition | Post-test mémorisation |
|---------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Groupe test | 0,1 | 2,7 | 2,2 |
| Groupe témoin | 0,2 | 1,7 | 1,3 |

| Evolution en post-test acquisition | En valeur | En pourcentage |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Groupe test | 2,6 | 2300 |
| Groupe témoin | 1,4* | 650 |
| Evolution en post-test mémorisation | En valeur | En pourcentage |
| Groupe test | -0,4* | -17 |
| Groupe témoin | -0,3* | -20 |

Les résultats nous permettent de voir que le groupe test a nettement augmenté sa moyenne de 2300% (2,6 points) entre le test initial et le post-test acquisition. Le groupe témoin a lui aussi connu une forte augmentation de 650% (1,4 points), qui reste tout de même inférieure à celle du groupe test. Pour ce qui est de la mémorisation, les deux groupes ont régressé de façon équivalente : le groupe test a perdu 0,4 points et le groupe témoin 0,3. Cependant, la moyenne au post-test mémorisation est plus élevée pour le groupe test (2,2/3) que pour le groupe témoin (1,3/3).

En somme, la conception de la trace écrite a l'air de produire un effet positif sur l'acquisition de la notion de double contact. Le dessin de la pile en contact avec l'ampoule a été réalisé par les élèves, après de multiples corrections apportées par les uns et les autres, ce qui a permis de mieux en comprendre les détails. Les résultats obtenus lors du post-test mémorisation font aussi apparaître un effet de la réalisation de la trace écrite en faveur de la mémorisation des savoirs.

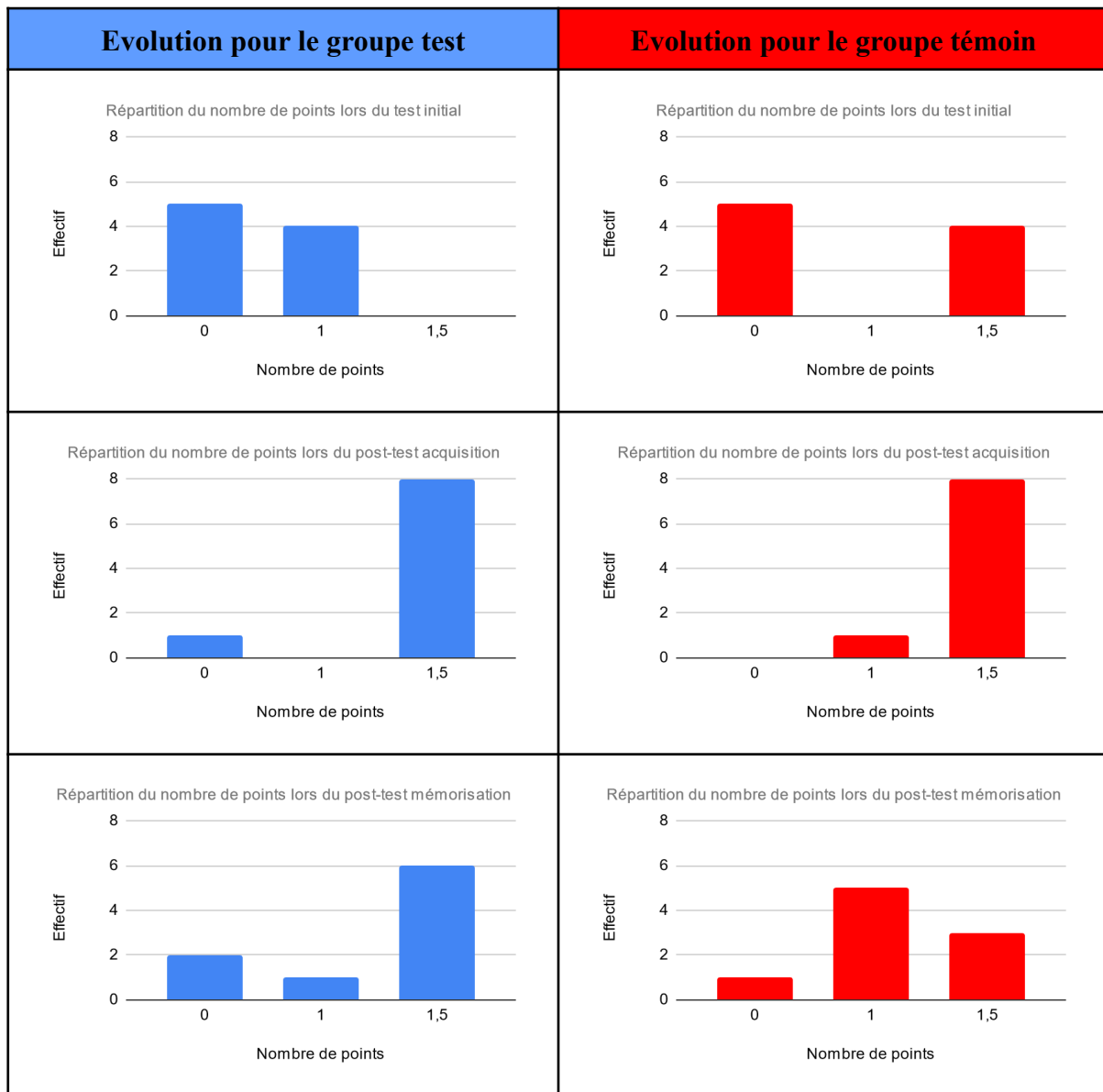
2.2.3. Séance 3 : Comment faire briller l'ampoule loin de la pile de manière autonome ?

Cette séance a pour objectif la découverte du contact à distance grâce aux fils électriques, en mettant en évidence que le double contact entre la pile et l'ampoule doit toujours avoir lieu.

Question 3 : “Explique comment faire briller une ampoule loin de la pile (précise le matériel que tu utilises et comment tu l'utilises).”

| Barème | Type de réponse |
|-------------------|---|
| 1,5 points | Réponse comprenant l'utilisation de deux fils électriques et expliquant succinctement la notion de double contact. |
| 1 point | Réponse comprenant l'utilisation “des / de deux fils électriques” sans explication du branchement ou avec une explication incorrecte. |
| 0 point | Réponse incohérente (exemple : “utilisation d'un fil / câble”) ou absence de réponse. |

Les tests donnent les résultats suivants :



Les calculs suivants apportent des précisions sur l'évolution des résultats.

| Moyennes | Test initial | Post-test acquisition | Post-test mémorisation |
|---------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Groupe test | 0,4 | 1,3 | 1,1 |
| Groupe témoin | 0,7 | 1,4 | 1,1 |

| Evolution en post-test acquisition | En valeur | En pourcentage |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Groupe test | 0,9 | 200 |
| Groupe témoin | 0,8* | 117 |
| Evolution en post-test mémorisation | En valeur | En pourcentage |
| Groupe test | -0,2 | -17 |
| Groupe témoin | -0,4* | -27 |

De nombreux élèves avaient déjà utilisé des fils électriques l'année précédente ; c'est pourquoi lors des hypothèses de début de séance, les trois quarts des élèves ont cité ce matériel pour faire briller l'ampoule loin de la pile. Six élèves ont directement parlé des fils à pinces crocodile. Les notes faibles obtenues au test initial peuvent s'expliquer par le fait que les élèves n'ont pas compris la question, n'ayant pas travaillé l'électricité depuis un an. Ils l'ont bien comprise lors des post-tests, les notions étant plus fraîches dans leur mémoire. Lors du post-test acquisition, tous les élèves sauf deux (dont une absente lors de la manipulation, tout de même prise en compte dans l'analyse car la classe lui a expliqué ce qui avait été fait) ont obtenu 1,5/1,5. On note des hausses de points similaires dans les moyennes : 0,9 point pour le groupe test et 0,8 point pour le groupe témoin. Le groupe témoin a cependant davantage régressé (-27%) que le groupe test (-17%). Ainsi, si la conception de la trace écrite par les élèves ne semble pas avoir joué de rôle pour cette séance concernant l'acquisition, elle semble avoir légèrement aidé à la mémorisation des savoirs scientifiques.

2.2.4. Séance 4 : Comment allumer et éteindre l'ampoule sans débranchement ?

Le but de cette séance est de savoir utiliser un interrupteur : il se branche en série, on ne le branche pas aux bornes de la pile ni du récepteur (l'ampoule). Cette séance est aussi l'occasion de comprendre la notion de danger causé par un court-circuit.

Question 4 : “Que peut-on utiliser pour allumer et éteindre une ampoule, sans tout débrancher ?”

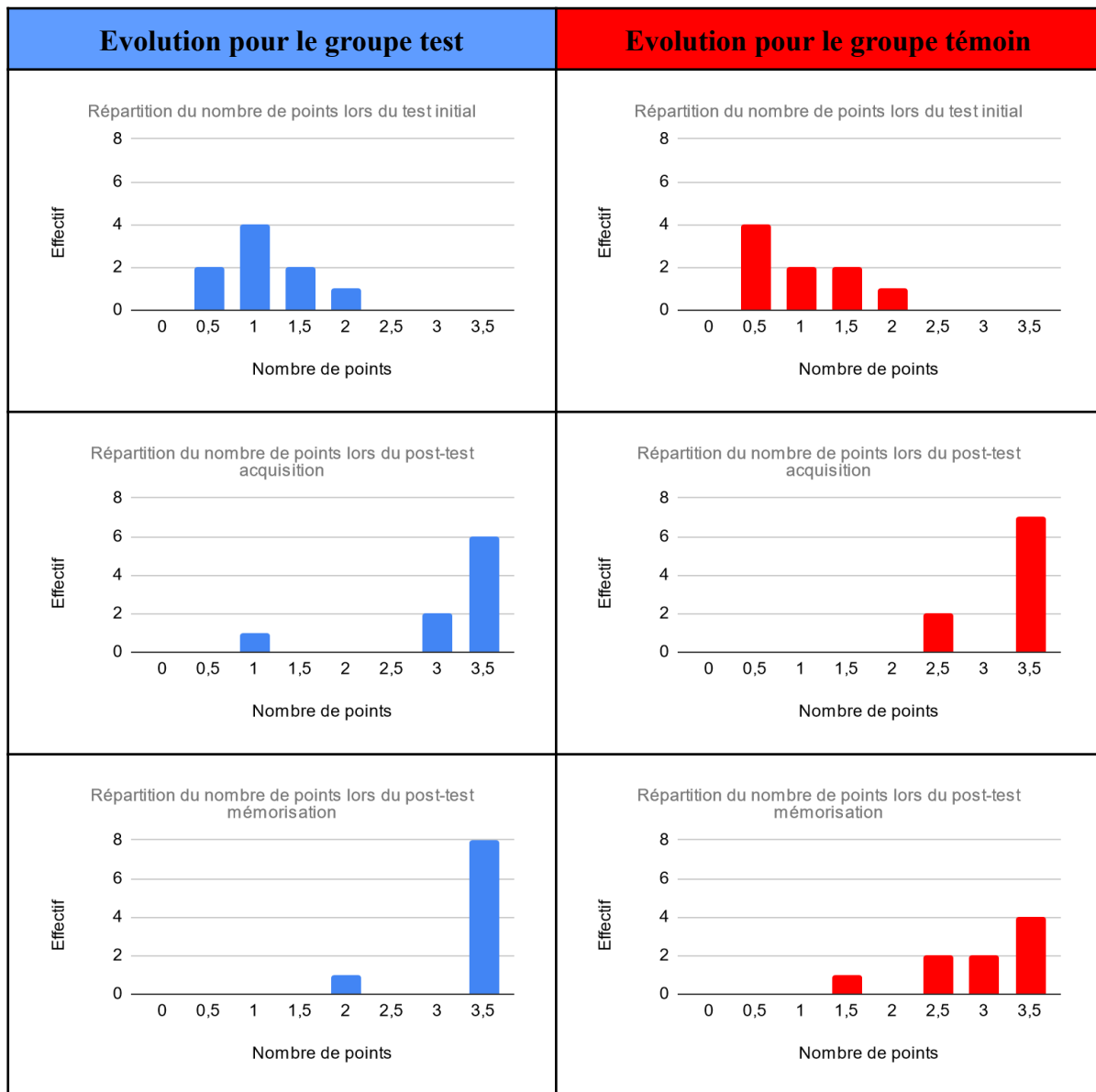
| Barème | Type de réponse |
|-----------|--|
| 1 point | Réponse comprenant le mot interrupteur bien écrit ou lisible sans trop de gêne dans la prononciation (ex : “interrupteur” / “interruptere”). |
| 0,5 point | Réponse comprenant le mot interrupteur mal orthographié et gênant la prononciation (ex : “antéructeur”) ou le mot “bouton”. (fautes d'orthographe non comptabilisées pour l'élève dysorthographique) |
| 0 point | Réponse incohérente ou absence de réponse. |

Question 5 : “Que représentent ces symboles ?”

| | |
|---------------------|--|
| Barème / 2,5 points | 0,5 point par symbole trouvé : ampoule, pile (ou générateur), interrupteur ouvert, interrupteur fermé, moteur. |
|---------------------|--|

Les résultats de la séance n°4 ont donc été notés sur 3,5 points en additionnant les points des questions 4 et 5.

Voici comment les résultats des groupes ont évolué suite à cette séance :



Pour suivre l'évolution des moyennes, nous pouvons observer les tableaux suivants :

| Moyennes | Test initial | Post-test acquisition | Post-test mémorisation |
|---------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Groupe test | 1,1 | 3,1 | 3,3 |
| Groupe témoin | 1,0 | 3,3 | 2,9 |

| Evolution en post-test acquisition | En valeur | En pourcentage |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Groupe test | 2,0 | 180 |
| Groupe témoin | 2,3 | 228 |
| Evolution en post-test mémorisation | En valeur | En pourcentage |
| Groupe test | 0,2 | 7,1 |
| Groupe témoin | -0,3* | -10,2 |

Au départ, les deux groupes avaient un niveau quasiment similaire. Les progressions lors du post-test acquisition sont assez proches, celle du groupe témoin (+2,3 points) étant toutefois étonnement supérieure à celle du groupe test (+2,0 points). Lors de la construction de la leçon, les élèves sont revenus sur l'ensemble des hypothèses de placement de l'interrupteur, avant de retrouver le bon branchement en série. Il est possible que cela ait embrouillé certains concepteurs de la trace écrite ; tandis que les receveurs de trace écrite ont simplement mémorisé la bonne solution, écrite sur la leçon donnée par l'enseignante. La réalisation de la trace écrite par les élèves n'a donc pas aidé à l'acquisition des savoirs.

Cependant, on remarque une nette différence lors du post-test mémorisation : le groupe témoin a régressé de 10,2% tandis que le groupe test a progressé de 7,1%. Les diagrammes font ressortir une excellente mémorisation du groupe test. Pour concevoir la trace écrite, les élèves ont dû représenter un montage plus complexe que les précédents, et sont passés par la schématisation, dans un souci de simplification de l'illustration. Plusieurs élèves ont alors cité les ressemblances qu'ils observaient entre le schéma et l'objet réel, comme par exemple "la pile c'est une petite et une grande barre comme on voit une petite et une grande lame", ou encore "l'interrupteur ouvert [ne] laisse pas passer le courant parce qu'il ressemble à un fil cassé". Avoir schématisé collectivement les différents éléments d'un circuit électrique simple semble avoir permis à certains élèves d'ancrer les symboles dans leur mémoire.

2.2.5. Séance 5 : Comment faire fonctionner un moteur et un buzzer ?

L'objectif de la séance 5 était la mise en évidence de la polarisation de deux récepteurs : le moteur et le buzzer. En effet, contrairement à l'ampoule non polarisée, leur fonctionnement dépend du sens de branchement avec la pile.

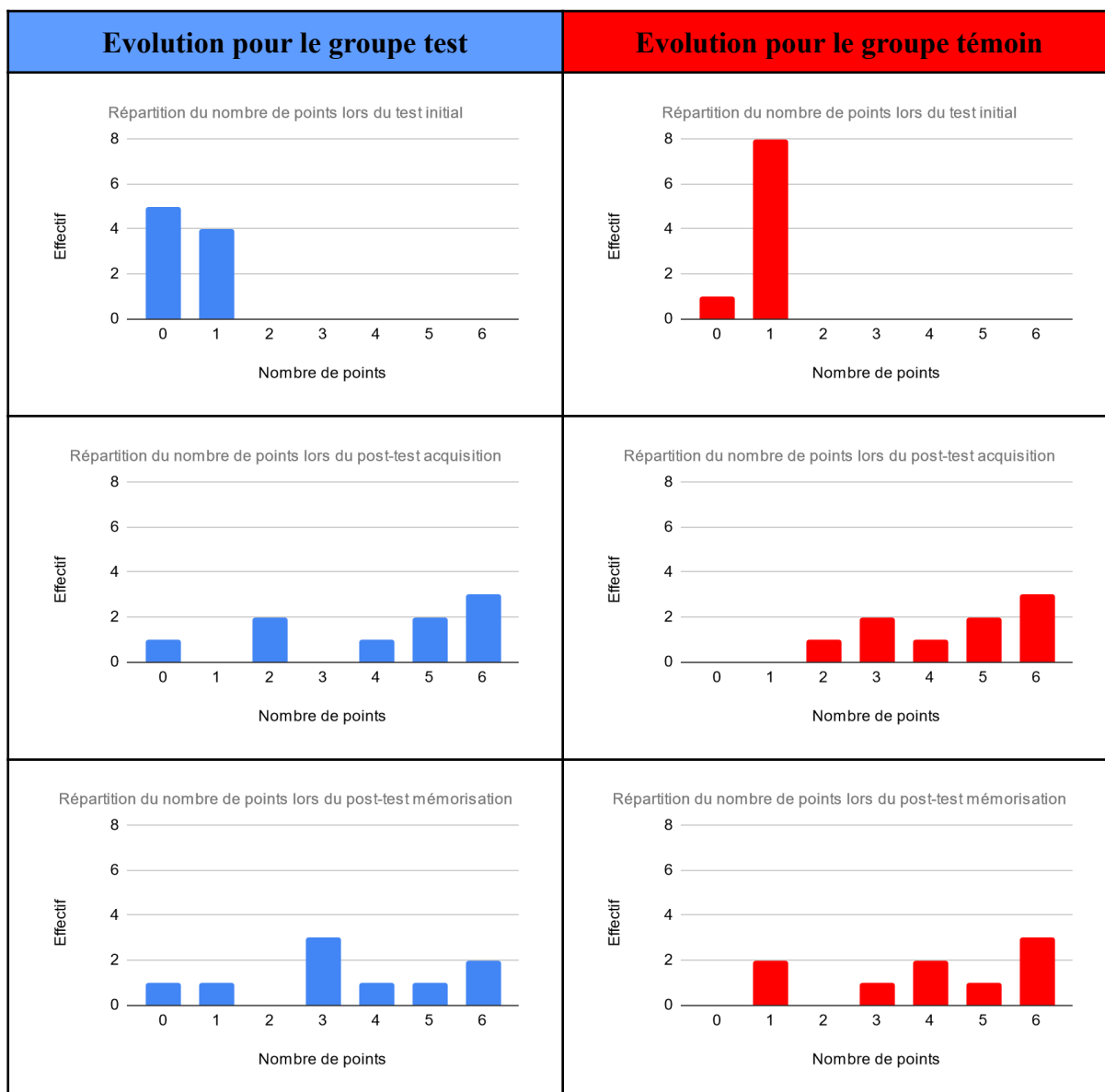
Question 7 : "Observe les dessins ci-dessous et réponds aux questions." (cf. annexe n°4)

- L'ampoule brille. Que se passe-t-il si j'inverse le sens de branchement de l'ampoule ? Pourquoi ?
- Le moteur tourne. Que se passe-t-il si j'inverse le sens de branchement du moteur ? Pourquoi ?
- Le buzzer fait du bruit. Que se passe-t-il si j'inverse le sens de branchement du buzzer ? Pourquoi ?

| Barème | Type de réponse |
|----------|---|
| 2 points | Réponse correcte du type : a. "elle brille encore" b. "le moteur tourne dans l'autre sens" c. "le buzzer ne fait plus de bruit" Et justification correcte du type : a. "l'ampoule n'est pas un récepteur polarisé" b. "le moteur est un récepteur polarisé" c. "le buzzer est un récepteur polarisé" |
| 1 point | Réponse correcte mais absence de justification correcte. |
| 0 point | Réponse incohérente ou absence de réponse. |

Les résultats de la séance 5 ont donc été notés sur 6 points.

Les résultats apparaissent dans les graphiques ci-après :



Les tableaux qui suivent reprennent l'évolution des moyennes des groupes aux divers tests.

| Moyennes | Test initial | Post-test acquisition | Post-test mémorisation |
|---------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Groupe test | 0,4 | 4,0 | 3,4 |
| Groupe témoin | 0,9 | 4,4 | 4,0 |

| Evolution en post-test acquisition | En valeur | En pourcentage |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Groupe test | 3,6 | 800 |
| Groupe témoin | 3,6* | 400 |
| Evolution en post-test mémorisation | En valeur | En pourcentage |
| Groupe test | -0,6 | -14 |
| Groupe témoin | -0,4 | -10 |

La notion de polarisation était nouvelle pour l'ensemble des élèves ; aucun d'eux n'avaient imaginé en amont de la manipulation que le fonctionnement des deux récepteurs dépendrait du sens de branchement avec la pile. Après avoir fait tourner le moteur assez facilement, c'est le hasard qui a joué lors de la première manipulation du buzzer : certains groupes ont directement réussi à le faire sonner, tandis que de nombreux élèves m'appelaient en disant que leur buzzer était cassé car il ne fonctionnait pas. Après leur avoir affirmé que tous les buzzers fonctionnaient, ils se sont remis à chercher, et tous les groupes ont compris que le bruit ne se produisait que si le fil rouge était relié à la borne positive de la pile. Puis, nous avons collectivement mis en évidence que le sens de rotation du moteur dépendait lui aussi du sens de branchement. Un travail important a été réalisé sur les dessins de la leçon avec le groupe test, nécessitant parfois une re-manipulation du matériel.

L'évolution en post-test acquisition montre une même progression en valeur pour les deux groupes en raison des arrondis dans les valeurs des moyennes ; il est donc plus judicieux de se fier aux pourcentages. Malgré la complexité de la notion de polarité, la question 7 a été globalement bien réussie par les élèves, avec une progression plus marquée chez le groupe test (+800%) que chez le groupe témoin (+400%), le groupe test démarrant avec un niveau inférieur au groupe témoin. Cependant, il est difficile de savoir si cet écart provient de la manipulation supplémentaire du groupe test, ou bien du travail conséquent sur les représentations des montages, la question 7 présentant le même type de dessins que ceux réalisés par les élèves concepteurs de la trace écrite. Pour ce qui est de la mémorisation des notions, nous observons des régressions similaires, plutôt faibles, pour les deux groupes : -14% pour le groupe test et -10% pour le groupe témoin. Cette séance ne permet donc pas de conclure en faveur d'un impact positif de la conception de la trace écrite sur la mémorisation des savoirs scientifiques.

2.2.6. Séance 6 : Peut-on remplacer un fil par un objet quelconque ? L'eau conduit-elle l'électricité ?

La séance 6 visait l'acquisition des notions de conducteurs et d'isolants électriques. Les élèves devaient en comprendre le sens, et connaître quelques exemples de matériaux conducteurs et isolants. Cette activité était aussi l'occasion de prévenir les élèves des dangers de la conduction du courant électrique par l'eau.

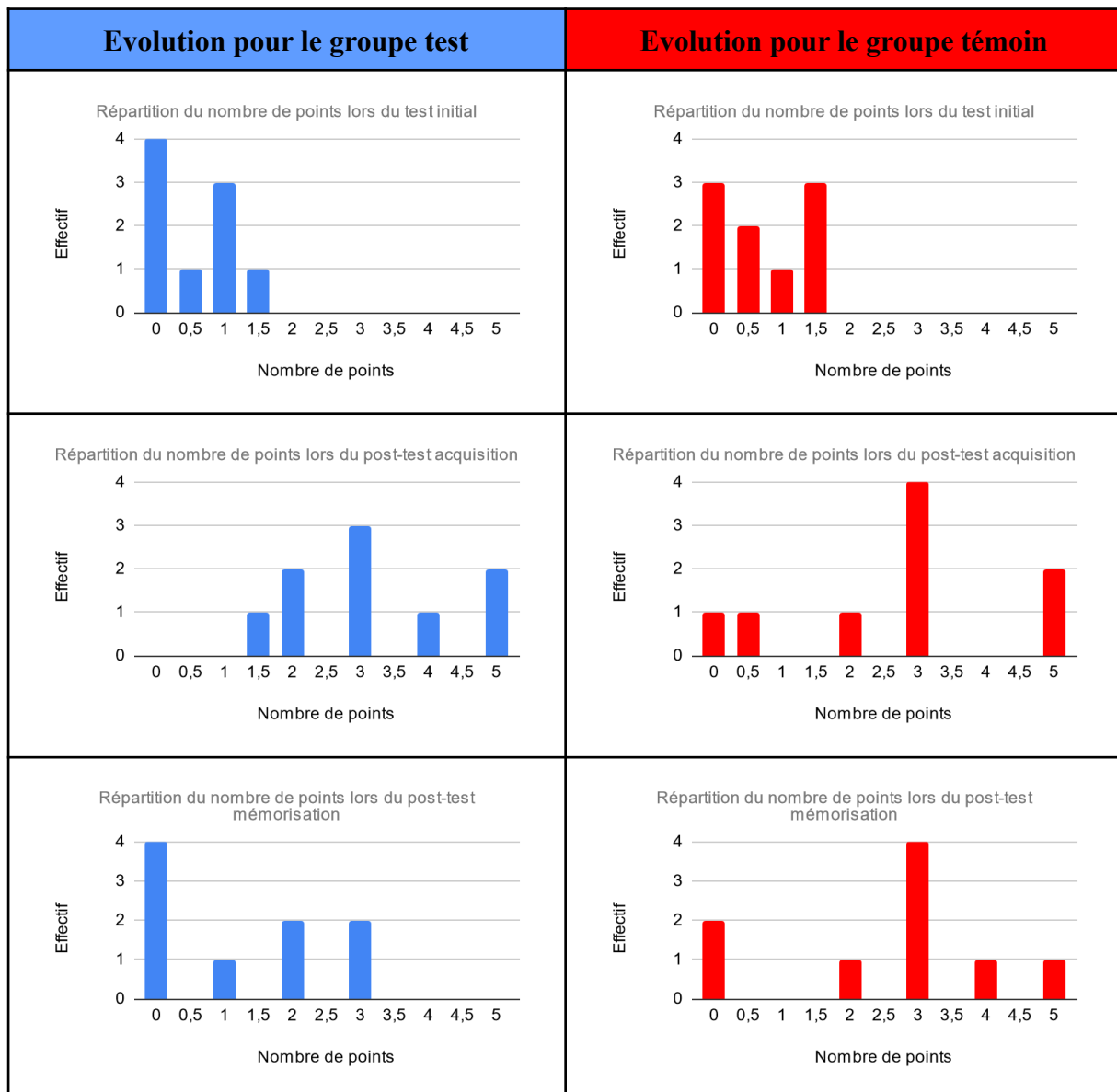
Question 6 : Qu'est-ce qu'un isolant électrique ?

| Barème | Type de réponse |
|----------|---|
| 2 points | Définition correcte du type "une matière qui ne conduit pas le courant électrique". |
| 1 point | Définition maladroite ou présence d'un exemple seul (ex : c'est comme le verre"). |
| 0 point | Réponse incohérente ou absence de réponse. |

Question 8 : Écris trois matières ou objets qui conduisent le courant électrique (interdiction de citer le matériel d'électricité comme les fils électriques, les ampoules...).

| | |
|-------------------|---|
| Barème / 3 points | 1 point par matière ou objet conducteur cité <u>Malus</u> : - 0,5 point par erreur |
|-------------------|---|

Les résultats de la séance n°6 ont donc été notés sur 5 points. Nous voyons ci-dessous la répartition des points au sein de chaque groupe et selon les différents tests.



Les résultats globaux sont présentés dans les tableaux suivants :

| Moyennes | Test initial | Post-test acquisition | Post-test mémorisation |
|---------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Groupe test | 0,6 | 3,2 | 1,2 |
| Groupe témoin | 0,7 | 2,7 | 2,6 |

| Evolution en post-test acquisition | En valeur | En pourcentage |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Groupe test | 2,6 | 470 |
| Groupe témoin | 2,0 | 277 |
| Evolution en post-test mémorisation | En valeur | En pourcentage |
| Groupe test | -1,9* | -61 |
| Groupe témoin | -0,2* | -6,1 |

Cette séance a beaucoup plu aux élèves qui ont adoré tester la conductivité électrique de différents objets de la classe. Les élèves du groupe test ont facilement trouvé quoi écrire dans la leçon, contrairement aux séances précédentes. En regardant l'évolution en post-test acquisition, nous notons que le groupe test a progressé de 470%, atteignant la moyenne de 3,2/5, tandis que le groupe témoin a progressé de 277%, pour atteindre la note moyenne de 2,7/5. Pour la question 8 du test acquisition, dans le groupe test, un élève a eu un malus, et dans le groupe témoin, un élève en a eu un, et un autre en a eu deux. Cette expérimentation semble montrer que la conception de la trace écrite par les élèves a un impact positif sur l'acquisition des notions physiques.

Néanmoins, ces résultats ne se confirment pas au niveau de la mémorisation des notions, où les données révèlent une inversion drastique de la tendance. Alors que le groupe témoin ne régresse que de 6,1%, le groupe test perd presque 2 points (-61%). Cela peut provenir du fait que les élèves du groupe témoin ont en moyenne testé légèrement plus d'objets (14,3 objets testés) que ceux du groupe test (12,7 objets testés), leur permettant peut-être de se rappeler de davantage de conducteurs électriques pour répondre à la question 8. Un élève de chaque groupe a eu deux malus à la question 8.

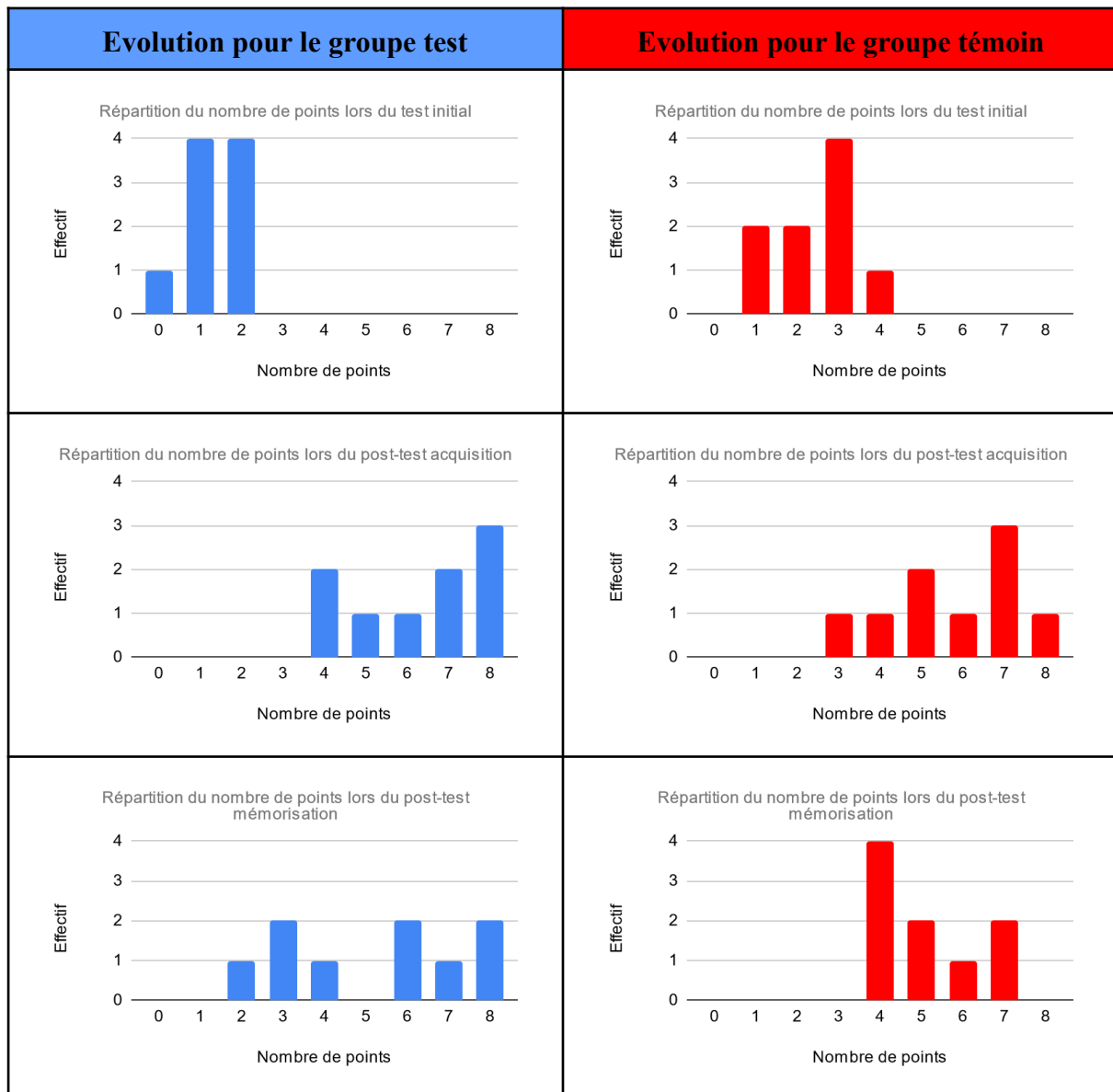
2.2.7. Séance 7 : Comment faire briller deux ampoules en même temps avec une seule pile ?

Lors de cette séance, les élèves étaient amenés à comprendre que pour faire briller correctement deux ampoules en même temps dans un circuit comprenant une seule pile, il faut brancher les ampoules en dérivation.

Question 9 : Cf l'annexe n°4 pour les questions 9.a. à 9.h.

| Barème / 8 points | | | | | |
|-------------------|---------|---------------------|-----|---------|------------------------------|
| 9-a | 1 point | non | 9-e | 1 point | l'autre brille encore |
| | 0 point | oui | | 0 point | l'autre ne brille plus |
| 9-b | 1 point | elle ne brille plus | 9-f | 1 point | oui |
| | 0 point | elle brille encore | | 0 point | non |
| 9-c | 1 point | montage en série | 9-g | 1 point | celle du haut brille encore |
| | 0 point | autre | | 0 point | celle du haut ne brille plus |
| 9-d | 1 point | oui | 9-h | 1 point | montage en dérivation |
| | 0 point | non | | 0 point | autre |

Les diagrammes suivants montrent l'évolution au fil des tests pour les deux groupes :



Le suivi des moyennes est consigné dans les tableaux ci-dessous.

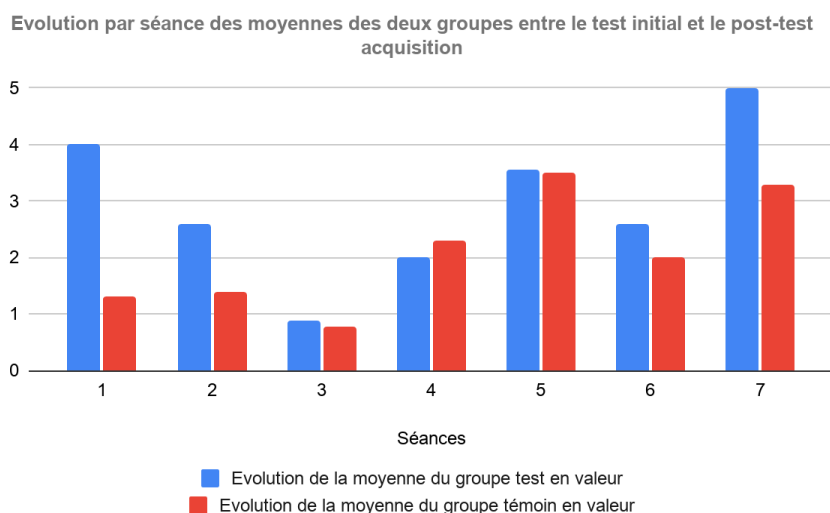
| Moyennes | Test initial | Post-test acquisition | Post-test mémorisation |
|---------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Groupe test | 1,3 | 6,3 | 5,2 |
| Groupe témoin | 2,4 | 5,8 | 5,1 |

| Evolution en post-test acquisition | En valeur | En pourcentage |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Groupe test | 5,0 | 375 |
| Groupe témoin | 3,3 | 136 |
| Evolution en post-test mémorisation | En valeur | En pourcentage |
| Groupe test | -1,1 | -18 |
| Groupe témoin | -0,7 | -12 |

Les résultats nous permettent de voir que le groupe test a nettement augmenté sa moyenne de 5 points (375%) entre le test initial et le post-test acquisition. On observe grâce aux diagrammes que l'ensemble des élèves du groupe test a atteint ou dépassé le niveau moyen d'acquisition de 4/8. Ce n'est pas le cas pour le groupe témoin, qui a connu une hausse de 3,3 points (136%), inférieure à celle du groupe test. Cependant, lors du test de mémorisation, nous remarquons que le groupe test connaît une perte de 1,1 point contre 0,7 seulement pour le groupe témoin. C'est alors l'ensemble du groupe témoin qui atteint ou dépasse la note moyenne. Les moyennes des deux groupes obtenues au post-test mémorisation ne diffèrent que de 0,1 point. Cette séance paraît donc révéler un effet positif de la conception de la trace écrite sur l'acquisition des savoirs, mais pas sur leur mémorisation à moyen ou long terme.

2.3. Résultats globaux en acquisition

Le graphique suivant montre l'évolution en valeur des moyennes des deux groupes lors du post-test acquisition, séance par séance.



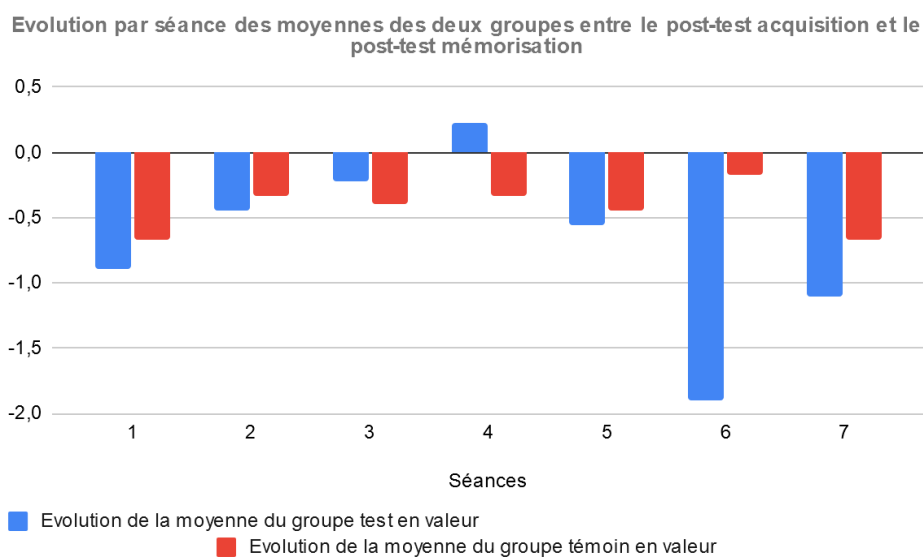
Nous pouvons voir qu'à l'issue du post-test acquisition, les élèves du groupe test ont davantage progressé que les élèves du groupe témoin dans six des sept séances, et de manière réellement marquée dans les séances 1, 2, 6 et 7, dépassant le groupe témoin de 0,05 points (séance 5) à 2,7 points (séance 1).

Ce diagramme présente toutefois une limite : bien que les deux groupes aient été formés de façon à ce que leur moyenne au test initial soit proche l'une de l'autre, des écarts persistaient en fonction des questions. L'écart initial moyen oscillait entre 0,09 point et 1,1 point. Le groupe témoin débutait avec une meilleure moyenne sur les questions correspondant aux séances 1, 2, 3, 5, 6 et 7. Pourtant, il a moins progressé que le groupe-test.

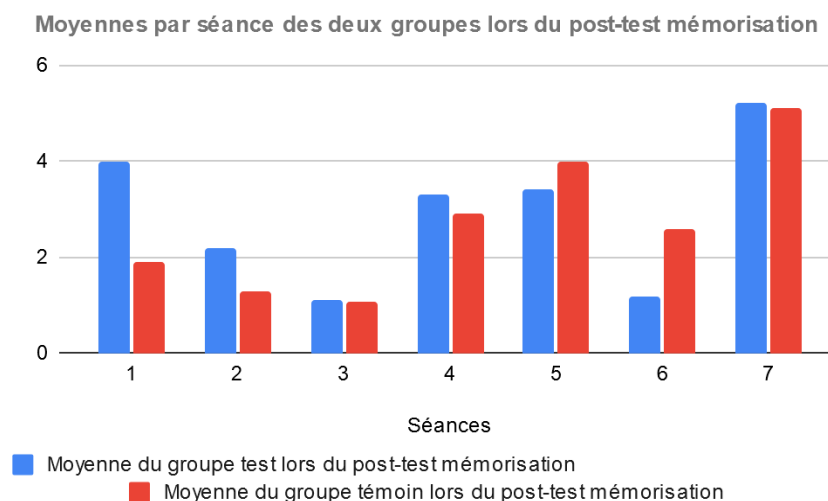
Bien que les groupes aient été inversés au milieu de la séquence (après la séance 4), et que par conséquent le groupe test et le groupe témoin n'aient pas été composés des mêmes élèves tout au long des séances, nous pouvons tout de même attester que la moyenne globale du groupe-test qui est de 25,5/33 est supérieure de 3,6 points à celle du groupe témoin égale à 21,9/33. Rappelons que les points de la séance 8 ne sont pas comptabilisés dans le total du fait qu'elle ne fait pas partie de l'analyse.

2.4. Résultats globaux en mémorisation

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution des moyennes des deux groupes entre le post-test acquisition et le post-test mémorisation, ainsi que les moyennes par séance obtenues au post-test mémorisation.



Ce premier graphique révèle que le groupe test a perdu davantage de points que le groupe témoin entre le post-test acquisition et le post-test mémorisation, pour cinq des sept séances, notamment en séances 6 et 7.



Cependant, en observant les niveaux finaux sur ce second graphique, nous remarquons que le groupe test a tout de même des moyennes supérieures au groupe témoin dans cinq des sept séances, obtenant une moyenne globale de 20,4/33 contre 18,9/33 pour le groupe témoin. La moyenne du groupe test est significativement supérieure à celle du groupe témoin pour les séances 1 et 2.

3. Discussion et conclusion

Cette étude a été menée afin d'analyser l'influence de la réalisation de la trace écrite par des élèves de cycle 2 sur l'acquisition et la mémorisation des savoirs scientifiques.

À l'issue de cette expérimentation, nous pouvons affirmer que les résultats obtenus sont favorables à l'hypothèse selon laquelle l'élaboration de la trace écrite par les élèves aide à l'acquisition des savoirs scientifiques. Six expériences sur sept mettent en évidence l'impact positif de la conception de la leçon en classe, les élèves concepteurs de trace écrite ayant obtenu en moyenne de meilleures notes que les élèves receveurs, à la suite de la séquence.

A propos de la mémorisation, les résultats sont plus complexes à interpréter. Globalement, les élèves qui ont construit la trace écrite ont perdu davantage de points que les autres élèves, entre le post-test acquisition et le post-test mémorisation, réalisé sept semaines après la fin de la séquence. Cependant, les moyennes obtenues par les concepteurs de leçons restent supérieures dans plus de la moitié des séances. L'écart de mémorisation entre les groupes étant moins prononcé que l'écart d'acquisition, nous ne pouvons pas conclure quant à

un réel impact, positif ou négatif, de la réalisation de la trace écrite par les élèves sur la mémorisation des savoirs scientifiques.

Nous pouvons également noter qu'il n'y a eu qu'un seul retour à la conception unipolaire, toutes les autres conceptions erronées ayant disparu des copies des élèves lors du post-test mémorisation. La séquence a donc été bien menée globalement.

Toutefois, certains éléments nous amènent à nuancer les résultats de cette étude, qu'ils aillent ou non dans le sens des hypothèses initiales. Tout d'abord, l'expérimentation a été réalisée sur un petit échantillon, rendant les résultats moins significatifs que si l'étude avait porté sur un plus grand nombre d'élèves. Ensuite, les effectifs des groupes ont varié lors de certaines séances, notamment en raison de la crise sanitaire de la COVID-19, réduisant encore l'échantillon testé, et ne permettant pas à tous les élèves de suivre l'intégralité de la séquence. D'un point de vue pratique, l'agencement de la classe était peu adéquat pour travailler avec deux groupes distincts, qui n'étaient guère isolés l'un de l'autre ; certains élèves, au lieu d'être occupés à leur propre tâche pendant que l'enseignant construisait la leçon avec l'autre groupe, avaient tendance à suivre de loin ce qui était fait au tableau. Il était impossible de laisser un groupe sans surveillance dans une autre salle, sans la présence d'un adulte supplémentaire. Aussi, il est important de préciser que des élèves de CE2 sont encore jeunes, et éprouvent de grandes difficultés à participer à la phase d'institutionnalisation, car leur vocabulaire est encore assez pauvre pour s'exprimer sur des notions scientifiques, et il n'est pas facile pour eux d'extraire les savoirs à retenir après avoir vécu une situation d'apprentissage. Notons également que la deuxième moitié de la séquence présentait des notions bien plus complexes que la première moitié, comme la polarisation des récepteurs, ou encore le branchement en dérivation, expliquant en partie la difficulté des élèves à concevoir la trace écrite lors des séances 7 et 8 en particulier.

Cette expérience fut très enrichissante d'un point de vue professionnel. Mener cette expérimentation m'a conduit à m'informer en lisant la littérature scientifique, me permettant de prendre appui sur des recherches antérieures pour mettre en œuvre une séquence d'apprentissage dans ma classe. Je compte utiliser mes résultats et poursuivre mes recherches afin d'améliorer ma pratique professionnelle future, et offrir à mes élèves les conditions optimales pour leurs apprentissages. J'ai notamment découvert que mener l'institutionnalisation en demi-groupe classe me permet de mieux accompagner les élèves dans ce moment clé de la séance du fait de leur effectif réduit, en étant plus attentive à ce qu'ils ont retenu ou ce qu'ils ont mal compris.

Bibliographie / Sitographie

- Allard, C. (2016). Étude du processus d'institutionnalisation dans les pratiques de fin d'école primaire : le cas de l'enseignement des fractions. Thèse de doctorat de l'université Paris Diderot (Paris 7), Ecole doctorale : Savoirs scientifiques : Épistémologie, histoire des sciences et didactique des disciplines. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01249807/document> le 19/02/21.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- Bachelard, G. (1953). *Le matérialisme rationnel*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Brousseau, G. (1984). Le rôle du maître et l'institutionnalisation. Cours de l'École d'Été de didactiques des mathématiques. Repéré à <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2012/03/84-11-R%C3%B4le-du-Ma%C3%A0tre.pdf> le 10/02/21.
- Brousseau, G. (1997). La théorie des situations didactiques. Cours donné lors de l'attribution à Guy Brousseau du titre de Docteur Honoris Causa de l'Université de Montréal. Repéré à http://www.math.unipa.it/~grim/brousseau_montreal_03.pdf le 19/02/21.
- Brousseau, G. (1998). Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques. Repéré à http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf le 02/02/21.
- Bruner, J. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture : les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle*. Paris : Éditions Retz.
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte : les sciences à l'école primaire*. Flammarion.
- IEN Soissons 2, (2012-2011). Animation pédagogique : La trace écrite dans les apprentissages. Repéré à http://soissonnais.dsden02.ac-amiens.fr/sites/soissonnais.dsden02.ac-amiens.fr/IMG/pdf/La_trace_ecrite_dans_les_apprentissages.pdf le 05/02/21.
- IGEN Groupe de l'enseignement primaire (2000-2001). L'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire. Repéré à https://media.eduscol.education.fr/file/ecole/17/3/EXSREN11_112173.pdf le 15/02/21.

- Joshua S. & Dupin J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : PUF.
- Jouary, J.-P. (1997). Socrate au secours ! *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 14, pp. 3-4.
- Laparra, M., & Margolinas, C. (2010). Milieu, connaissance, savoir. Des concepts pour l'analyse de situations d'enseignement. *Pratiques*, pp. 145-146.
- Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports. (2020). L'enseignement des sciences. Repéré à <https://www.education.gouv.fr/l-enseignement-des-sciences-7076> le 15/02/21.
- Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR), (2020). Programmes d'enseignement. Repéré à <https://www.education.gouv.fr/bo/20/Hebdo31/MENE2018714A.htm> le 01/03/21.
- Philippot, T. & Niclot, D. (2011). Analyser le travail des professeurs de collège à partir des « traces écrites » réalisées en classe. Communication présentée au congrès « Le travail enseignant au XXIe siècle » de l'INRP de Lyon. Repéré à <http://www.inrp.fr/archives/colloques/travail-enseignant/contrib/71.pdf> le 20/02/21.
- Promonet, A. (2017). Les traces écrites scolaires : une cristallisation de discours. *Argumentation et Analyse du Discours*, 19, p. 2.
- Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I. & Lahanier-Reuter, D. (2013). Institutionnalisation. In Y. Reuter (Ed.). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques* (pp. 119-122). Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur.
- Sarmant, J.-P. & Equipe La main à la pâte (2002). Comment enseigner les sciences à l'école élémentaire ? Repéré à <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11939/comment-enseigner-les-sciences-a-lecture-elementaire> le 02/02/21.
- Vuala, J. & Paccaud, M. (1999). *Concours de professeur des écoles - Biologie, Géologie : PE1 et PE2*. Hatier.
- Willingham, D. T. (2010). Pourquoi les enfants n'aiment-ils pas l'école ? (chapitre 1). In D. T. Willingham (Ed.). *Pourquoi les enfants n'aiment pas l'école ?*, pp. 3-23. Paris : La Librairie des Écoles.

Table des annexes

| | |
|--|----------|
| Annexe n°1 : Plan de séquence | 1 |
| Annexe n°2 : Un exemple de trace écrite réalisée en collaboration avec les élèves | 4 |
| Annexe n°3 : Un exemple de trace écrite conçue par l'enseignante en amont de la séance | 4 |
| Annexe n°4 : L'évaluation (donnée en test initial, en post-test acquisition et en post-test mémorisation) | 5 |
| Annexe n°5 : Résultats des élèves au test initial | 7 |
| Annexe n°6 : Quelques conceptions erronées des élèves | 8 |
| Annexe n°7 : Le double contact | 8 |
| Annexe n°8 : Effectifs des groupes lors des différentes séances | 9 |
| Annexe n°9 : Résultats bruts par élève et par séance pour les trois tests | 9 |

Annexe n°1 : Plan de séquence

| Séance n°1 : Quels sont les sources et les effets des objets électriques ? | |
|--|---|
| Objectif notionnel : Il existe 2 sources d'électricité : les piles ou le courant du secteur. Il existe 4 catégories d'objets selon leur effet : éclairage, chauffage, mouvement, production de bruit. | Objectif méthodologique : Classer des objets électriques selon leurs caractéristiques. |
| 1-Découverte (groupes de 3) : À partir de plusieurs objets électriques : ceux de la classe, des objets rapportés ou des images d'objets, faire un classement libre. | |
| 2-Mise en commun (collectif) : Observer les différents classements. Aiguiller vers les sources d'électricité ou les effets si besoin. | |
| 3-Recherche (groupes de 3) : Proposition de 2 nouveaux classements : 3 groupes classent selon les sources électriques des objets et 3 groupes classent selon les effets des objets. | |
| 4-Mise en commun (collectif) : Correction des classements | |
| 5-Institutionnalisation (collectif) : G1 : élaboration collective de la leçon / G2 : distribution et lecture de la leçon | |
| Séance n°2 : Est-il possible de faire briller une ampoule avec une pile uniquement ? | |
| Objectif notionnel : Pour obtenir de la lumière, le double contact est nécessaire entre pile et ampoule : une lame de la pile doit toucher le plot de l'ampoule et l'autre lame le culot. | Objectif méthodologique : Être capable de faire un montage correspondant au défi. Savoir représenter ce montage et faire une phrase qui caractérise le montage. |
| 1-Hypothèses (individuel) : Écriture des hypothèses individuelles. | |
| 2-Expérimentation (groupes de 3) : Tentatives de montages. | |
| 3-Observation (groupes de 3) : Représentation de son montage et rédaction d'une phrase qui le caractérise. | |
| 4- Mise en commun (collectif) : Moment d'analyse des dessins entre eux et par rapport à la réalité. | |
| 5-Institutionnalisation (collectif) : G1 : élaboration collective de la leçon / G2 : distribution et lecture de la leçon | |
| Séance n°3 : Comment faire briller l'ampoule loin de la pile de manière autonome ? | |
| Objectif notionnel : Contact à distance grâce aux douilles et pinces crocodiles / Double contact entre les 2 bornes de la pile et le plot et le culot de l'ampoule, non visibles à l'intérieur de la douille / Introduction de la schématisation. | Objectif méthodologique : Être capable de faire un montage correspondant au défi. Savoir représenter ce montage et faire une phrase qui caractérise le montage. |
| 1-Question et hypothèses (individuel) : Écriture des hypothèses individuelles. | |
| 2-Expérimentation (groupes de 3) : Introduction des douilles et pinces crocodiles. Montages. | |
| 3-Observation (groupes de 3) : Dessin du montage -> cela devient difficile. Introduction de la schématisation. Rédaction d'une phrase qui caractérise le montage. | |
| 4-Institutionnalisation (collectif) : G1 : élaboration collective de la leçon / G2 : distribution et lecture de la leçon | |
| Séance n°4 : Comment allumer et éteindre l'ampoule sans débranchement ? | |
| Objectif notionnel : L'interrupteur se branche en série, dans une seule boucle. On ne branche pas un interrupteur aux bornes de la pile ni du récepteur. Pour éviter tout risque de court-circuit, un circuit électrique doit toujours contenir au moins un récepteur. | Objectif méthodologique : Être capable de faire le circuit qui correspond à la question et faire une phrase qui caractérise le montage. Réaliser le montage qui correspond au schéma du bon montage. |
| 1-Hypothèses (individuel) : Écriture des hypothèses individuelles. | |
| 2-Expérimentation (groupes de 3) : Tentatives de montages. Rédaction d'une phrase qui caractérise le montage. | |
| 3-Mise en commun et observations (collectif) : Schématisation des 3 montages différents attendus, par l'enseignante au tableau (circuit 1 : interrupteur branché aux bornes de la pile / circuit 2 : aux bornes de l'ampoule / circuit 3 : en série). Reprises des conclusions des groupes : <ul style="list-style-type: none"> - Circuit 1 et 2 : Quand on appuie sur l'interrupteur, l'ampoule brille faiblement. - Circuit 3 : Quand on touche l'interrupteur, l'ampoule s'allume ou s'éteint. - Donc on ne branche jamais un interrupteur aux bornes du récepteur, ni aux bornes du générateur, mais bien dans la même boucle que la pile et le récepteur. Mise en évidence de la boucle unique. | |
| 4-Expérimentation (groupes de 3) : Les élèves réalisent le montage qui correspond au schéma du bon montage. | |

| | |
|---|---|
| 5-Observation (collectif) : Utilisation de la paille de fer par l'enseignante, mise en contact avec les 2 bornes de la pile. Rédaction d'une phrase qui caractérise l'expérience : La paille de fer en contact direct avec la pile s'enflamme et continue à s'enflammer quand on la retire de la pile. Explication du court-circuit. | |
| 6-Institutionnalisation (collectif) : G1 : élaboration collective de la leçon / G2 : distribution et lecture de la leçon | |
| Séance n°5 : Comment faire fonctionner un moteur et un buzzer ? | |
| Objectif notionnel : Le moteur et le buzzer sont des récepteurs polarisés (dont le fonctionnement dépend du branchement), contrairement à l'ampoule qui est non polarisée. | Objectif méthodologique : Être capable de faire des montages correspondants au défi. Faire les schémas des montages et rédiger une phrase qui les caractérise. |
| 1-Hypothèses (individuel) : Écriture des hypothèses individuelles. | |
| 2-Expérimentation (groupes de 3) : Montages d'abord pour le buzzer, puis pour le moteur. | |
| 3-Observations (groupes de 3) : Introduction de la schématisation du moteur et du buzzer par l'enseignante. Schématisation des circuits et rédaction de phrases caractérisant les montages. | |
| 4-Mise en commun (collectif) : Test des différentes propositions, mise en évidence de la polarisation des deux récepteurs : pour le buzzer, cela s'entend / pour le moteur, utilisation d'une feuille de papier que l'on accroche à la tige pour voir le sens de rotation. | |
| 5-Institutionnalisation (collectif) : G2 : élaboration collective de la leçon / G1 : distribution et lecture de la leçon | |
| Séance n°6 : Peut-on remplacer un fil par un objet quelconque ? L'eau conduit-elle l'électricité ? | |
| Objectif notionnel : Un conducteur électrique est un matériau qui conduit le courant électrique, comme les métaux. Un isolant électrique est un matériau qui ne conduit pas le courant électrique (ex : plastique, bois, verre, tissu, papier). Danger de la conduction de l'électricité par l'eau. | Objectif méthodologique : Être capable de faire un montage correspondant au défi. Tirer des conclusions sur les montages. |
| 1-Hypothèses (individuel) : Écriture des hypothèses individuelles. | |
| 2-Expérimentation (groupes de 3) : À partir du montage simple pile-ampoule, tester la conductivité de 8 objets imposés (stylo, ciseaux, règle en plastique, règle métallique, règle en bois, trombone, feuille de papier, pot en verre) puis d'objets libres. Ensuite, test avec un verre rempli d'eau (attention à ce que les fils ne se touchent pas dans l'eau). Les élèves remplissent un tableau avec le nom de l'objet, sa matière, et s'il conduit ou non le courant. | |
| 3-Observations (groupes de 3) : Observation de leur tableau et conclusion : quel type d'objets conduit le courant ? | |
| 4- Mise en commun (collectif) : Si l'objet conduit le courant, c'est parce qu'il est en métal. | |
| 5-Expérimentation pour l'eau (groupes de 3) : L'ampoule ne brille pas, on peut penser que l'eau ne conduit pas le courant. Utilisation d'un récepteur plus sensible au courant faible : la DEL. Attention, elle est polarisée comme le moteur et le buzzer. Expérimentation des élèves. Conclusion : un autre danger de l'électricité est sa conduction par l'eau. | |
| 5-Institutionnalisation (collectif) : G2 : élaboration collective de la leçon / G1 : distribution et lecture de la leçon | |
| Séance n°7 : Comment faire briller 2 ampoules en même temps avec une seule pile ? | |
| Objectif notionnel : Dans un circuit où les ampoules sont branchées en série, si une des ampoules est en panne, le circuit ne fonctionne plus car il est ouvert. Pour faire briller 2 ampoules en même temps dans un circuit, il faut les brancher en dérivation. | Objectif méthodologique : Être capable de faire un montage qui correspond à la question. Tirer des conclusions sur les caractéristiques des différents circuits. Schématiser les montages. |
| 1-Hypothèse (individuel) : Écriture des hypothèses individuelles. | |
| 2-Expérimentation (groupes de 3) : Faire les montages correspondants aux hypothèses. | |
| 3-Observations (groupes de 3) : Schématiser les montages. Tirer des conclusions sur les caractéristiques des différents circuits : écrire des phrases. | |
| 4-Mise en commun (collectif) : L'enseignante fait les 3 montages attendus : n°1 : les 2 ampoules en série / n°2 : les 2 ampoules branchées sur le générateur (2 circuits indépendants) / n°3 : les 2 ampoules en dérivation Conclusions : - n°1 : Les 2 ampoules ne brillent pas bien et pas de la même façon. On dévisse une ampoule pour simuler une panne : le circuit est ouvert donc rien ne fonctionne. Ce n'est pas simple à réparer. - n°2 et 3 : Les 2 ampoules brillent normalement. Le test de la panne n'impacte pas tout le circuit, c'est facile à réparer. | |
| 5-Institutionnalisation (collectif) : G2 : élaboration collective de la leçon / G1 : distribution et lecture de la leçon | |

Séance n°8 (hors analyse) : Comment faire briller ou éteindre 2 ampoules en même temps avec un seul interrupteur, sur un circuit sans problème de panne ?

Objectif notionnel : Pour commander 2 ampoules en même temps avec un interrupteur, il faut que les 2 ampoules soient branchées en dérivation, et que l'interrupteur soit en série, au plus près de la pile.

Objectif méthodologique : Être capable de faire un montage qui correspond à la question. Tirer des conclusions sur les caractéristiques du montage. Schématiser les montages.

1-Hypothèse (individuel) : Écriture des hypothèses individuelles.

2-Expérimentation (groupes de 3) : Faire les montages qui correspondent aux hypothèses.

3-Observations (groupes de 3) : Schématisation des montages réalisés. Rédaction de phrases caractérisant les montages.

4-Mise en commun (collectif) :

L'enseignante fait les 3 montages attendus, en ouvrant et fermant l'interrupteur :

- n°1 : les 2 ampoules branchées à la pile en 2 circuits indépendants ; interrupteur dans une des boucles
- n°2 : les 2 ampoules branchées en dérivation et l'interrupteur en dérivation avec la seconde ampoule
- n°3 : les 2 ampoules branchées en dérivation et l'interrupteur dans la boucle de la pile

Conclusion : n°1 & 2 : impossible de placer un seul interrupteur pour contrôler les 2 ampoules en même temps. / n°3 : on contrôle bien les 2 ampoules en même temps.

5-Institutionnalisation (collectif) :

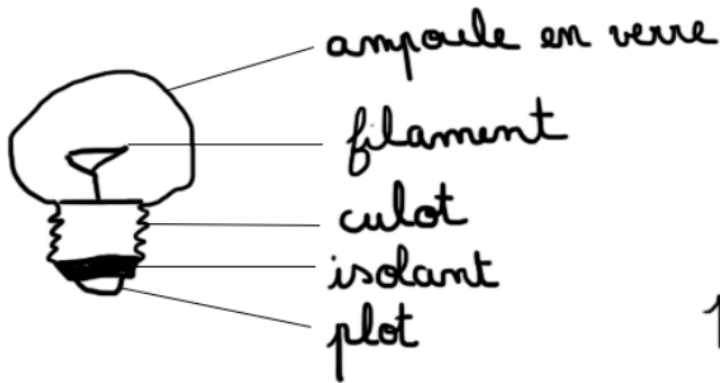
Prévu : G2 : élaboration collective de la leçon / G1 : distribution et lecture de la leçon

Réalisé : distribution et lecture de la leçon pour les 2 groupes

Annexe n°2 : Un exemple de trace écrite réalisée en collaboration avec les élèves

Leçon 2 : Est-il possible de faire briller une ampoule avec une pile uniquement ?

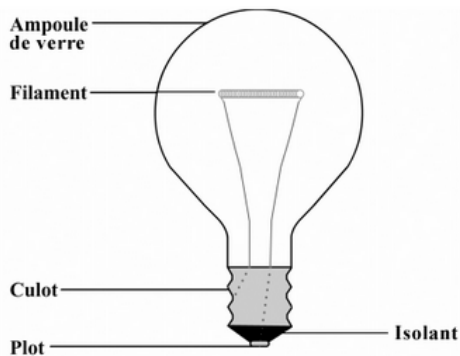
Pour faire briller une ampoule, il faut une ampoule et une pile.



L'ampoule brille si une lame de la pile touche le plot et l'autre lame touche le culot.

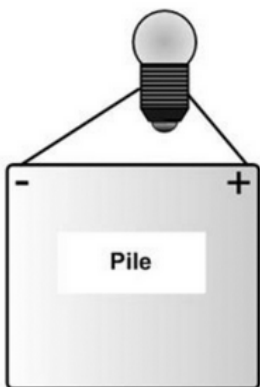
Annexe n°3 : Un exemple de trace écrite conçue par l'enseignante en amont de la séance

Leçon 2 : Est-il possible de faire briller une ampoule avec une pile uniquement ?

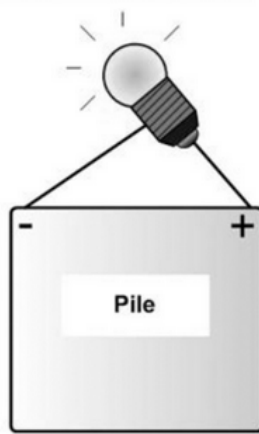


★ Pour obtenir de la lumière, il faut une pile et une ampoule en bon état et bien placés.

★ Une borne de la pile doit être en contact avec le plot, et l'autre borne doit être en contact avec le culot.



L'ampoule ne brille pas.



L'ampoule brille.

Evaluation sur l'électricité - CE2 - Période 3

Question 1 :

- a. Quelles sont les différentes sources d'électricité ?
- b. Quels sont les différents effets des objets électriques ?

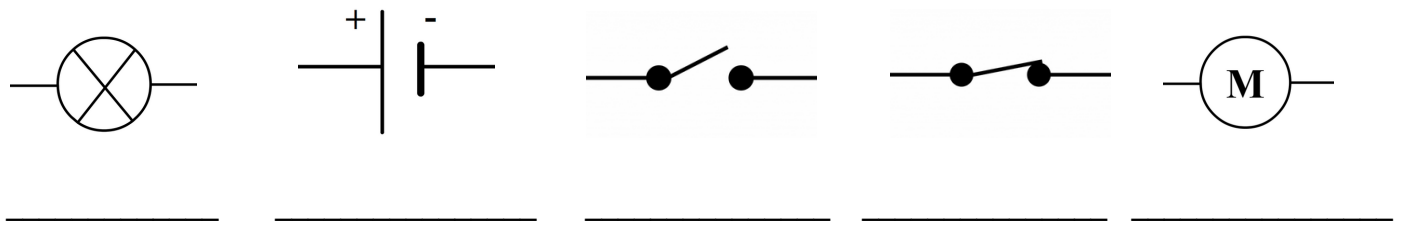
Question 2 : Dessine une ampoule qui brille grâce à une pile uniquement.

Question 3 : Explique comment faire briller une ampoule loin de la pile (précise le matériel que tu utilises et comment tu l'utilises).

Question 4 : Que peut-on utiliser pour allumer et éteindre une ampoule, sans tout débrancher ?

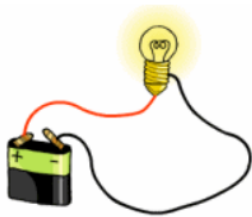
Question 5 :

Que représentent ces symboles ?



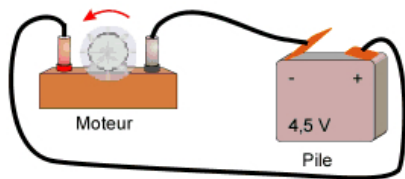
Question 6 : Qu'est-ce qu'un isolant électrique ?

Question 7 : Observe les dessins ci-dessous et réponds aux questions.



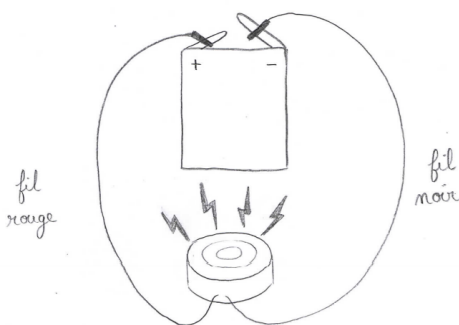
a. L'ampoule brille. Que se passe-t-il si j'inverse le sens de branchement de l'ampoule ?

Pourquoi ?



b. Le moteur tourne. Que se passe-t-il si j'inverse le sens de branchement du moteur ?

Pourquoi ? _____

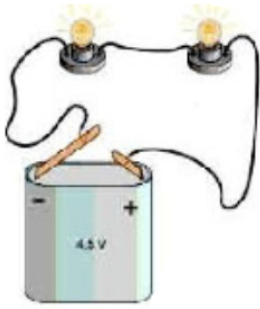


c. Le buzzer fait du bruit. Que se passe-t-il si j'inverse le sens de branchement du buzzer ?

Pourquoi ? _____

Question 8 : Écris trois matières ou objets qui conduisent le courant électrique (**interdiction de citer le matériel d'électricité comme les fils électriques, les ampoules...**).

Question 9 : Regarde bien les dessins des circuits électriques.



- a. Les deux ampoules brillent-elles correctement ?
- b. Si une des ampoules grille (tombe en panne), que se passe-t-il pour l'autre ampoule ?
- c. Comment s'appelle ce type de montage ?



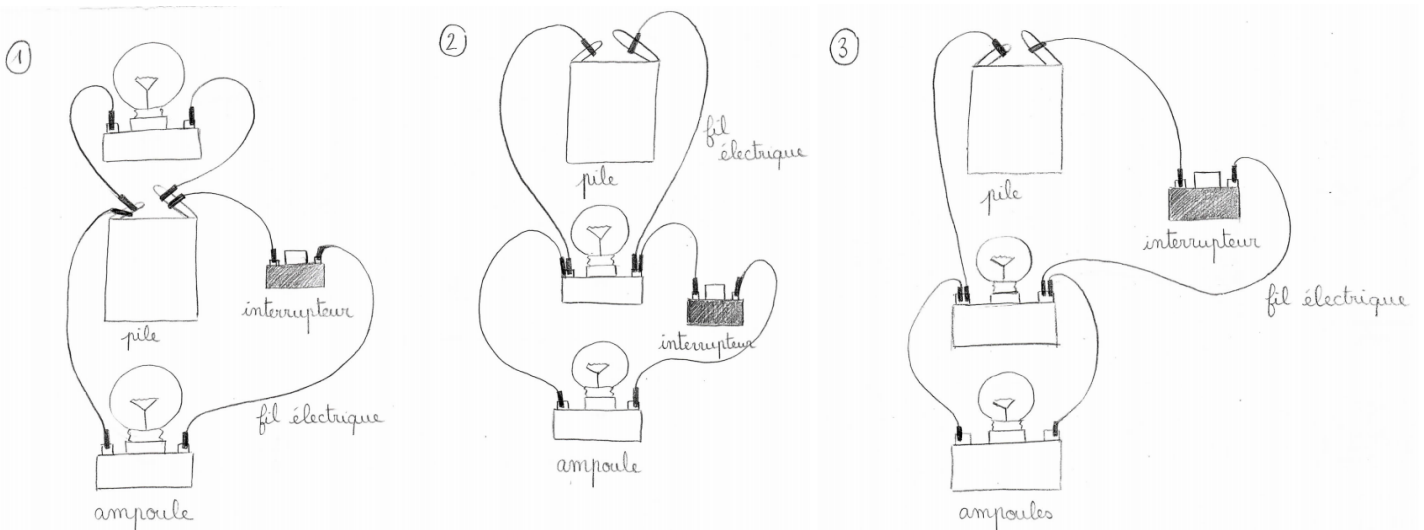
-
- d. Les deux ampoules brillent-elles correctement ?
 - e. Que se passe-t-il si une des ampoules grille (tombe en panne) ?
-



- f. Les deux ampoules brillent-elles correctement ?
- g. Que se passe-t-il si **l'ampoule du bas** grille (tombe en panne) ?
- h. Comment s'appelle ce type de montage ?

Question 10 :

Lequel des 3 montages permet d'allumer ou d'éteindre **les 2 ampoules en même temps** ? Entoure-le.



Pourquoi le montage que tu as entouré permet d'allumer ou d'éteindre les 2 ampoules en même temps ?

Annexe n°5 : Résultats des élèves au test initial

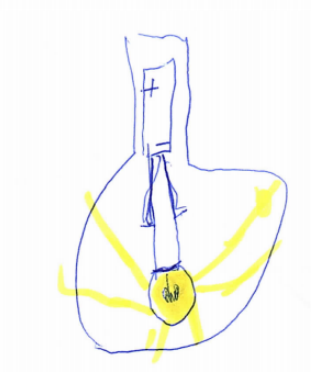
| Elève | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Note /35 |
|-------|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----------|
| E1 | 2 | 0 | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 7,5 |
| E2 | 1 | 0 | 1,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,5 | 0 | 6 |
| E3 | 1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3,5 |
| E4 | 0 | 0 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 6,5 |
| E5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 3,5 | 0 | 8 |
| E6 | 1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 7 |
| E7 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | 1 | 0 | 5,5 |
| E8 | 2 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 8,5 |
| E9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 7,5 |
| E10 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0,5 | 2 | 0 | 4,5 |
| E11 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 1,5 | 0 | 4,5 |
| E12 | 2 | 0 | 1,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 1 | 7 |
| E13 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 3 | 0 | 7,5 |
| E14 | 2 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5,5 |
| E15 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3,5 |
| E16 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5,5 |
| E17 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1,5 | 3 | 0 | 9,5 |
| E18 | 3 | 2 | 1,5 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 10 |

- **Groupe G1** ayant pour moyenne **6,83/35**
- **Groupe G2** ayant pour moyenne **6,22/35**.

Annexe n°6 : Quelques conceptions erronées des élèves

Question 2 :

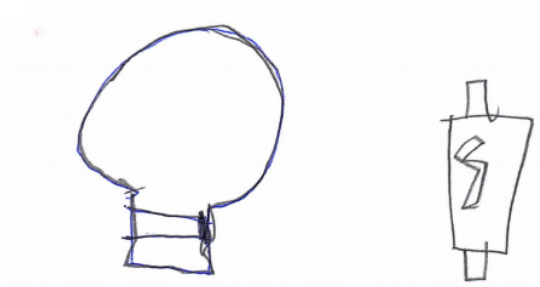
Dessine une ampoule qui brille grâce à une pile.



La conception unipolaire

Question 2 :

Dessine une ampoule qui brille grâce à une pile.



Question 3 :

Explique comment faire briller une ampoule loin de la pile.

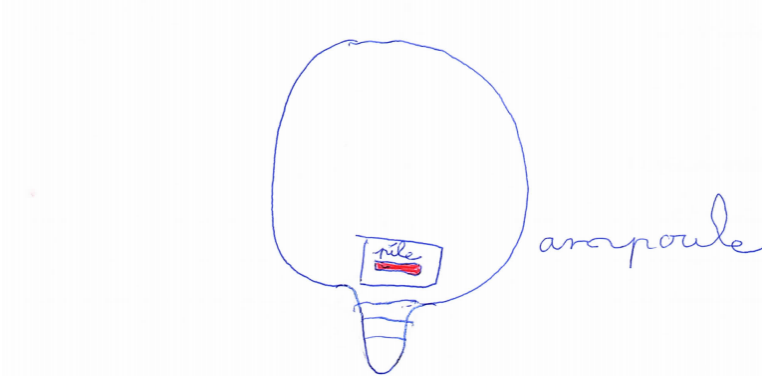
on tourne la branche de l'ampoule vers la pile.

“On tourne la branche de l’ampoule vers la pile.”

L'électricité transmise par l'air

Question 2 :

Dessine une ampoule qui brille grâce à une pile.

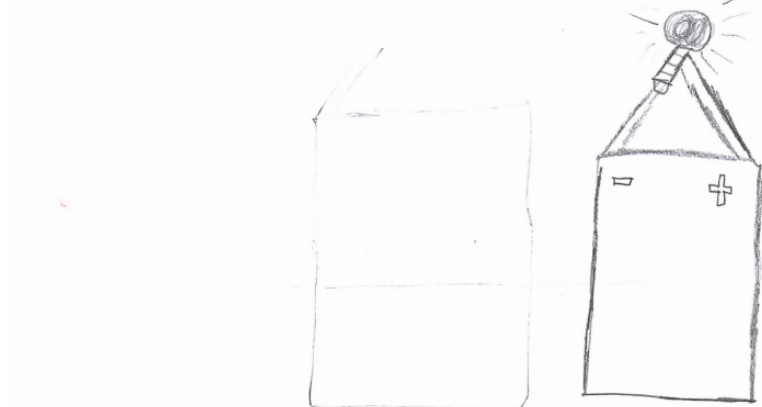


La pile à l'intérieur de l'ampoule

Annexe n°7 : Le double contact

Question 2 :

Dessine une ampoule qui brille grâce à une pile.



L'ampoule est dessinée en 3 parties au lieu de 4.

Annexe n°8 : Effectifs des groupes lors des différentes séances

| Séance | Effectif du groupe test | Effectif du groupe témoin |
|--------|-------------------------|---------------------------|
| S1 | 8 | 8 |
| S2 | 9 | 9 |
| S3 | 8 | 7 |
| S4 | 7 | 9 |
| S5 | 9 | 9 |
| S6 | 9 | 9 |
| S7 | 9 | 9 |
| S8 | 9 | 8 |

Annexe n°9 : Résultats bruts par élève et par séance pour les trois tests

En bleu les élèves du groupe-test, en blanc les élèves du groupe-témoin.

Les élèves apparaissant en écriture rouge étaient absents lors de la phase d'institutionnalisation.

| Séance 1 | | | | Séance 2 | | | | Séance 3 | | | |
|----------|--------------|------------------|-----------------|----------|--------------|------------------|-----------------|----------|--------------|------------------|-----------------|
| Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. | Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. | Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. |
| E1 | 2 | 6 | 0 | E1 | 0 | 3 | 2 | E1 | 0 | 1,5 | 1,5 |
| E2 | 1 | 2 | 0 | E2 | 0 | 0 | 0 | E2 | 1,5 | 1,5 | 1 |
| E3 | 1 | 1 | 0 | E3 | 0 | 0 | 0 | E3 | 0 | 1,5 | 1,5 |
| E4 | 0 | 0 | 0 | E4 | 0 | 1 | 2 | E4 | 1,5 | 1,5 | 1 |
| E5 | 2 | 6 | 6 | E5 | 0 | 3 | 3 | E5 | 0 | 1,5 | 1,5 |
| E6 | 1 | 6 | 3 | E6 | 0 | 3 | 1 | E6 | 0 | 1,5 | 1,5 |
| E7 | 1 | 6 | 3 | E7 | 0 | 3 | 3 | E7 | 0 | 1,5 | 0 |
| E8 | 2 | 6 | 5 | E8 | 1 | 3 | 3 | E8 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| E9 | 0 | 6 | 6 | E9 | 0 | 3 | 3 | E9 | 0 | 1,5 | 1,5 |
| E10 | 0 | 3 | 2 | E10 | 0 | 1 | 2 | E10 | 0 | 1 | 1 |
| E11 | 0 | 2 | 1 | E11 | 0 | 1 | 0 | E11 | 1 | 0 | 0 |
| E12 | 2 | 2 | 3 | E12 | 0 | 2 | 2 | E12 | 1,5 | 1,5 | 1 |
| E13 | 0 | 6 | 6 | E13 | 0 | 3 | 3 | E13 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| E14 | 2 | 6 | 6 | E14 | 0 | 3 | 2 | E14 | 0 | 1,5 | 0 |
| E15 | 0 | 0 | 0 | E15 | 0 | 2 | 1 | E15 | 0 | 1,5 | 1 |
| E16 | 0 | 0 | 0 | E16 | 0 | 2 | 0 | E16 | 0 | 1,5 | 1 |
| E17 | 2 | 6 | 6 | E17 | 0 | 3 | 3 | E17 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| E18 | 3 | 3 | 6 | E18 | 2 | 3 | 2 | E18 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

| Séance 4 | | | |
|----------|--------------|------------------|-----------------|
| Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. |
| E1 | 1,5 | 3,5 | 3,5 |
| E2 | 1 | 3,5 | 2,5 |
| E3 | 0,5 | 3,5 | 3,5 |
| E4 | 2 | 3,5 | 1,5 |
| E5 | 1 | 3,5 | 3,5 |
| E6 | 0,5 | 3,5 | 3,5 |
| E7 | 1 | 3 | 3,5 |
| E8 | 1,5 | 3,5 | 3,5 |
| E9 | 1,5 | 3,5 | 3,5 |
| E10 | 0,5 | 2,5 | 3 |
| E11 | 1 | 1 | 2 |
| E12 | 1 | 3,5 | 3,5 |
| E13 | 2 | 3,5 | 3,5 |
| E14 | 0,5 | 2,5 | 2,5 |
| E15 | 0,5 | 3,5 | 3,5 |
| E16 | 0,5 | 3,5 | 3,5 |
| E17 | 1 | 3 | 3,5 |
| E18 | 1,5 | 3,5 | 3 |

| Séance 5 | | | |
|----------|--------------|------------------|-----------------|
| Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. |
| E1 | 1 | 6 | 6 |
| E2 | 0 | 2 | 1 |
| E3 | 0 | 0 | 0 |
| E4 | 1 | 4 | 5 |
| E5 | 1 | 6 | 6 |
| E6 | 1 | 6 | 6 |
| E7 | 1 | 5 | 1 |
| E8 | 1 | 3 | 5 |
| E9 | 1 | 6 | 6 |
| E10 | 1 | 5 | 4 |
| E11 | 1 | 4 | 1 |
| E12 | 0 | 6 | 3 |
| E13 | 1 | 3 | 4 |
| E14 | 0 | 2 | 3 |
| E15 | 0 | 2 | 3 |
| E16 | 1 | 5 | 3 |
| E17 | 1 | 5 | 4 |
| E18 | 0 | 6 | 6 |

| Séance 6 | | | |
|----------|--------------|------------------|-----------------|
| Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. |
| E1 | 0 | 4 | 2 |
| E2 | 0 | 2 | 1 |
| E3 | 0 | 1,5 | 0 |
| E4 | 0 | 3 | 0 |
| E5 | 0,5 | 3 | 4 |
| E6 | 1,5 | 3 | 3 |
| E7 | 1,5 | 3 | 2 |
| E8 | 0 | 5 | 5 |
| E9 | 1 | 5 | 3 |
| E10 | 0,5 | 3 | 0 |
| E11 | 0 | 0,5 | 0 |
| E12 | 1,5 | 3 | 3 |
| E13 | 0,5 | 3 | 3 |
| E14 | 1 | 5 | 2 |
| E15 | 0 | 0 | 0 |
| E16 | 1 | 2 | 0 |
| E17 | 1,5 | 2 | 3 |
| E18 | 1 | 5 | 3 |

| Séance 7 | | | |
|----------|--------------|------------------|-----------------|
| Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. |
| E1 | 2 | 8 | 7 |
| E2 | 2 | 4 | 2 |
| E3 | 1 | 4 | 3 |
| E4 | 1 | 8 | 4 |
| E5 | 3 | 7 | 4 |
| E6 | 2 | 5 | 4 |
| E7 | 1 | 7 | 5 |
| E8 | 2 | 7 | 7 |
| E9 | 4 | 8 | 7 |
| E10 | 2 | 7 | 6 |
| E11 | 1 | 4 | 4 |
| E12 | 0 | 5 | 6 |
| E13 | 3 | 6 | 4 |
| E14 | 1 | 7 | 3 |
| E15 | 3 | 3 | 6 |
| E16 | 2 | 6 | 8 |
| E17 | 3 | 5 | 5 |
| E18 | 1 | 8 | 8 |

| Séance 8 | | | |
|----------|--------------|------------------|-----------------|
| Elève | Test initial | Post-test acqui. | Post-test mémo. |
| E1 | 1 | 2 | 0 |
| E2 | 0 | 0 | 0 |
| E3 | 1 | 1 | 1 |
| E4 | 1 | 2 | 0 |
| E5 | 0 | 2 | 0 |
| E6 | 1 | 1 | 0 |
| E7 | 0 | 1 | 0 |
| E8 | 0 | 2 | 1 |
| E9 | 0 | 2 | 0 |
| E10 | 0 | 2 | 2 |
| E11 | 0 | 1 | 0 |
| E12 | 1 | 2 | 1,5 |
| E13 | 0 | 0 | 1 |
| E14 | 1 | 1 | 0 |
| E15 | 0 | 1 | 1 |
| E16 | 1 | 2 | 2 |
| E17 | 0 | 1,5 | 1,5 |
| E18 | 0 | 2 | 2 |

Année universitaire 2019-2020

**Master 2 Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation
Mention Premier degré**

Titre du mémoire : L'influence de la conception de la trace écrite par les élèves en sciences physiques au cycle 2

Auteur : Marine Dunand

Résumé : Ce mémoire porte sur l'enseignement des sciences à l'école élémentaire, et plus particulièrement sur l'une des phases de la démarche d'investigation : l'institutionnalisation. Ce processus permet à l'enseignant et aux élèves d'accorder le statut de référence à un savoir appris, le rendant réutilisable dans de nouvelles situations. C'est la trace écrite qui témoigne du savoir établi en classe. A travers une séquence sur l'électricité réalisée dans une classe de CE2, cet écrit tente d'analyser l'influence de la conception de la trace écrite par les élèves de cycle 2, sur l'acquisition et la mémorisation des savoirs scientifiques, en sciences physiques. Pour cela, 18 élèves ont été soumis à un test initial et à deux post-tests, l'un en fin de séquence et l'autre sept semaines plus tard. Les résultats obtenus montrent que l'élaboration de la trace écrite par les élèves est favorable à l'acquisition des savoirs scientifiques. Cependant, ils ne permettent pas de conclure quant à un effet de cette conception de leçon par les élèves sur la mémorisation des notions.

Mots clés : Science – sciences physiques – cycle 2 – CE2 – électricité – trace écrite – leçon – institutionnalisation – démarche d'investigation – démarche expérimentale – acquisition – mémorisation

Abstract: This document focuses on science education in elementary school, more precisely on the lesson phase. The lesson stands for a written trace, where teacher and pupils put the new knowledge down on paper, making it reusable in other situations. Through a unit on electricity, carried out in a CE2 class, with children aged 8 to 9, this study analyses the influence of lesson construction by the pupils, on the acquisition and memorization of scientific knowledge, in physical science. 18 pupils were subjected to an initial test and two post-tests, one at the end of the unit and the other seven weeks later. The results show that the construction of the lesson by the pupils has a positive influence on the scientific knowledge acquisition. However, they do not allow us to conclude as for an effect of this process on the memorization of concepts.

Keywords: Science – physical science – cycle 2 – CE2 – electricity – lesson – experimental approach – knowledge acquisition – memorization