

La démarche d'investigation scientifique en école primaire

RUISSY Mathylde

Stage effectué du 12 mars au 18 mai 2018
A l'école primaire privée Notre Dame, 5 Avenue de Bayonne, 64600 Anglet,
Sous la direction de Mme EYHARTS Cathy

"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Remerciements

A l'issue de ce travail, j'aimerais exprimer ma reconnaissance et mes sincères remerciements à tous ceux qui ont su m'apporter leur soutien durant ce stage et qui ont contribué à la réalisation de ce rapport.

Je tiens tout d'abord à remercier Madame Cathy EYHARTS, Directrice de l'école primaire privée Notre Dame à Anglet et enseignante en classe élémentaire, de m'avoir accueillie dans son établissement durant ces 8 semaines de stage. Elle a su m'accompagner avec bienveillance et me faire part de son expérience en tant que professeur des écoles. Ses conseils m'ont été d'une aide précieuse durant la réalisation d'une séquence de sciences pour les élèves de sa classe, expérience qui fut des plus enrichissantes. De plus, j'ai eu l'occasion de découvrir la pédagogie unique enseignée dans son école, qui constitue une démarche très intéressante.

Je remercie également Madame Nadine FREDOU LAFITTE, remplaçante de Mme EYHARTS le Lundi et le Vendredi, pour son accueil et sa générosité. Leur approche différente en termes d'enseignement fut des plus formatrices et inspirantes pour mes projets futurs.

De même, je souhaite adresser ma reconnaissance à Mesdames Marie ROBERT et Brigitte DURIEZ, respectivement institutrices en classes de GS-CP et PS-MS, qui m'ont fait partager leur quotidien chaque semaine.

Je voudrais aussi remercier Alexandra SORIANO BEAUFILS et Ana SABOULARD, Agents Territoriaux Spécialisés en École Maternelle (ATSEM), pour leur implication dans la classe de PS-MS. De même, j'exprime ma gratitude à Delphine METIVIER, Angélique DUPREUIL, Isabelle LAMBURE et Christine BERARD, Auxiliaires de Vie Scolaire (AVS), ainsi qu'à Sandrine LACOSTE, enseignante spécialisée, qui m'ont offert un accueil des plus chaleureux.

Je tiens également à remercier vivement les élèves de l'école Notre Dame pour leur gentillesse et leur bonne volonté, tout particulièrement ceux de la classe de Mme EYHARTS qui ont participé avec enthousiasme aux séances de biologie qui leur ont été proposées.

Pour finir, je remercie l'Université de Pau et des Pays de l'Adour de la Côte Basque de m'avoir donné l'opportunité de réaliser cette immersion en milieu professionnel. Cette expérience m'a permis d'appréhender la réalité du métier de professeur des écoles, ainsi que de répondre aux nombreuses questions que je me posais concernant l'exercice de cette profession.

Merci à toutes les personnes qui ont fait de ce stage un moment très profitable, confirmant ainsi mes aspirations futures.

Abréviations

Les abréviations suivantes sont employées dans ce rapport :

Cycle 1 :

PS : Petite Section maternelle

MS : Moyenne Section maternelle

GS : Grande Section maternelle

Cycle 2 :

CP : Cours Préparatoire

CE1 : Cours Élémentaire 1^{ère} année

Cycle 3 :

CE2 : Cours Élémentaire 2^{ème} année

CM1 : Cours Moyen 1^{ère} année

CM2 : Cours Moyen 2^{ème} année

DI : Démarche d'Investigation

OHERIC : Observation, Hypothèses, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion

DiPHTeRIC : Données initiales, Problème, Hypothèses, Tests de conséquences déduites, Résultats, Interprétations, Conclusions

Avant-propos

L'organisme d'accueil de la stagiaire est l'École primaire privée Notre Dame à Anglet, sous contrat avec l'État. Elle est constituée de 3 classes multi-niveaux (cf. Figure 1) et accueille un total de 58 élèves. Mme Brigitte DURIEZ encadre la classe de petite et moyenne section de maternelle et Mme Marie ROBERT celle de grande section et CP. La classe composée d'élèves allant du CE1 au CM2 est assurée par Mme Cathy EYHARTS les mardis et jeudis et par Mme Nadine FREDOU LAFITTE les lundis et vendredis. Les effectifs des classes y sont volontairement faibles afin que le suivi de chaque élève puisse être le plus optimal possible.

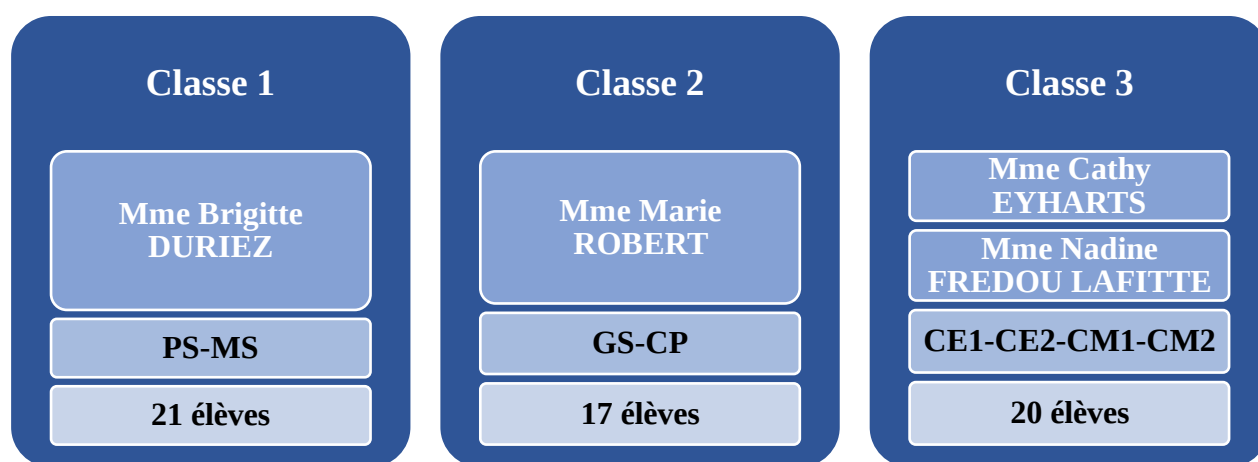


Figure 1. Composition des différentes classes de l'École Notre Dame

En plus des classes à niveaux multiples, une pédagogie particulière est proposée au sein de l'école afin de développer l'autonomie des enfants et de les faire évoluer à leur rythme. Dès la petite section de maternelle, les « étoiles de compétences », puis les « ceintures d'apprentissage » pour les élèves allant du CE1 au CM2, sont mises en place dans les trois classes. Ces dispositifs offrent à chaque élève la possibilité d'avancer comme il le souhaite dans les différentes matières, et de suivre lui-même sa progression grâce au référentiel.

La pédagogie de l'école encourage également les ateliers de manipulation ou encore le travail coopératif, notamment pour répondre à des situations-problèmes en confrontant les idées des enfants. La démarche d'investigation est également utilisée pour encourager les élèves à développer leur curiosité, et permettre une meilleure acquisition des notions.

Ayant pour projet d'entrer en Master des Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF), afin de me diriger vers la profession d'institutrice, c'est tout naturellement que j'ai choisi de réaliser cette immersion en école primaire. Ce premier stage m'a donné la chance de découvrir le métier de professeur des écoles et de confirmer mon choix d'orientation.

Table des matières

Remerciements	0
Abréviations	0
Avant-propos	0
I. Introduction.....	1
II. Matériels et méthodes	2
A. La démarche d'investigation scientifique	2
1. L'apprentissage des sciences à l'école primaire	2
2. La déduction, l'induction et la démarche hypothético-déductive.....	3
3. L'investigation : le modèle DiPHTeRIC	4
B. Application de la DI dans l'élaboration d'une séquence de biologie : l'apprentissage par la science	7
1. Séance 1 : Introduction du sujet « La classification des animaux »	7
2. Séance 2 : Mise en commun des investigations	11
3. Séance 3 : Élaboration de l'arbre de classification.....	12
III. Résultats	15
A. Séance 1 : Élaboration des hypothèses.....	15
B. Séance 2 : Résultats des premiers tests et définition de la notion d'attribut	16
C. Séance 3 : Approfondissement de la recherche et réinvestissement des résultats	18
IV. Discussion	20
A. La démarche d'investigation, premier pas vers une réflexion scientifique	20
B. La pédagogie différenciée	21
V. Conclusion	23
Références bibliographiques	24
Annexes	26
Résumé.....	31

I. Introduction

La transmission des connaissances est une tâche très complexe qui nécessite une pédagogie bien établie par le professeur, qu'il acquerra au cours des années d'expérience dans l'enseignement. A l'école primaire, il ne s'agit pas seulement de faire de simples cours magistraux pour susciter l'intérêt de la classe : les instituteurs se doivent de présenter une séance comme ils le feraient lors d'une représentation de théâtre. Il faut que le cours soit vivant, qu'il soit un réel moment de partage, pour donner l'envie aux élèves d'apprendre et éveiller leur curiosité.

Les sciences font partie intégrante de notre vie quotidienne, que ce soit pour comprendre les problèmes environnementaux ou médicaux par exemple. C'est pourquoi, il est important que les enfants deviennent de futurs citoyens ayant les connaissances scientifiques suffisantes pour appréhender le monde qui les entoure. Néanmoins, l'apprentissage des sciences n'est pas chose aisée. En effet, en 2007, le rapport « Rocard », né d'un groupe d'experts de la Commission Européenne, s'intéresse au désintérêt des jeunes pour les sciences (Rocard, 2007). L'origine de ce problème serait les méthodes d'enseignement employées par les professeurs. Un changement radical s'opère alors, et on assiste au renouvellement des processus d'apprentissage qui tendent à aller vers une méthode basée sur le questionnement : la démarche d'investigation (DI).

La démarche d'investigation est aujourd'hui largement préconisée aux professeurs des écoles, notamment par le biais des programmes scolaires et de guides pédagogiques disponibles en ligne. D'après le guide méthodologique « La démarche d'investigation : Comment faire en classe ? » (Saltiel, 2005), cette expérimentation va permettre à l'enfant de tester ses propres hypothèses de départ, et, par cette démarche pas à pas, l'acquisition des connaissances se fera de manière plus naturelle. Par cette étude, je me propose d'analyser l'efficacité de cette démarche dans un cas concret d'enseignement, au sein d'une classe d'école élémentaire.

Le but de ce rapport est de répondre à la problématique suivante : La démarche d'investigation est-elle adaptée aux élèves d'école primaire dans l'apprentissage des sciences ?

Dans la partie des matériels et méthodes, une présentation détaillée de la démarche d'investigation sera présentée, ainsi qu'une application de celle-ci dans le cadre d'une séquence complète de biologie. Les résultats découlant de cette présentation seront encore décrits d'après les observations faites durant les différentes séances. Enfin, cette étude analysera comment la pédagogie différenciée pourrait apporter un complément à cette méthode dans les classes hétérogènes. L'objectif final de ce travail étant de déterminer un mode d'apprentissage optimal des sciences pour les élèves à l'école primaire, en se basant sur une séquence construite en employant la démarche d'investigation scientifique.

II. Matériels et méthodes

A. La démarche d'investigation scientifique

Cette première partie exposera les fondements de la démarche d'investigation scientifique.

1. L'apprentissage des sciences à l'école primaire

L'apprentissage des sciences à l'école primaire est un élément important dans la formation des élèves, développant leur goût pour la recherche, leur esprit critique ou encore leur rigueur. Un des objectifs principaux étant de « proposer les bases d'une culture scientifique et technique à tous les élèves » (Beorchia & Boilevin, 2009).

Néanmoins, il apparaît que le temps réservé à l'enseignement des sciences est relativement faible, les raisons à ce manquement étant multiples. Tout d'abord, il n'est pas toujours évident pour les professeurs de consacrer suffisamment de créneaux horaires aux sciences tout en menant à bien le programme dans les autres matières. La priorité est donnée aux apprentissages dits fondamentaux tels que le français et les mathématiques ("Quelle science à l'école primaire ?," n.d.). De plus, les sciences constituent un domaine très vaste mais qui demande à la fois une réelle maîtrise, les enseignants redoutent alors que leurs connaissances restreintes dans certaines thématiques ne soient un frein dans cet apprentissage. Il paraît intéressant dans ces cas de convier des intervenants extérieurs afin de réaliser des séances détaillées, et ainsi décharger les instituteurs.

La présente étude porte sur les observations faites dans la classe de CE1-CE2-CM1-CM2 (classe 3) durant les 8 semaines de stage (Annexe 1, Annexe 2, Annexe 3, Annexe 4, Annexe 5, Annexe 6, Annexe 7, Annexe 8, Annexe 9).

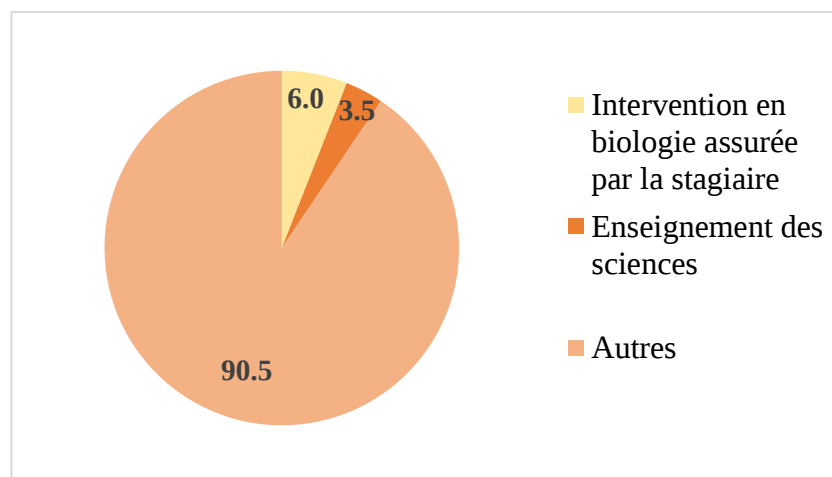


Figure 2. Proportion du temps consacré aux différents apprentissages dans la classe 3 (en %)

Sur les 16 jours, 4 heures et 30 minutes passés au sein de cette classe (avec 6 heures de cours par jour), soit 100 heures et 30 minutes, seulement 9 heures ont été consacrées aux sciences, sans prendre en compte les mathématiques. Ainsi, en considérant l'enseignement de la physique, la chimie, ainsi que des sciences de la vie et de la terre, à peine 9,5 % du temps scolaire fut réservé à ces dernières, dont 6 % assurés par la stagiaire (cf. Figure 2).

Afin d'optimiser au maximum ce temps limité, la méthode d'apprentissage doit être des plus performantes et susciter l'attrait des élèves. La manière magistrale ne semble pas adaptée à l'enseignement des sciences, il est nécessaire de créer un échange avec l'enseignant mais également avec les autres élèves. Les enfants ont besoin de se questionner, d'émettre des hypothèses et de les tester en réalisant des manipulations : c'est la démarche d'investigation scientifique. Les problématiques proposées s'appuient sur des situations de la vie réelle, ce qui joue un rôle important dans l'intérêt porté par les enfants dans leurs investigations.

2. La déduction, l'induction et la démarche hypothético-déductive

Il existe trois démarches scientifiques fondamentales : les démarches déductive, inductive et hypothético-déductive (Cariou, 2009).

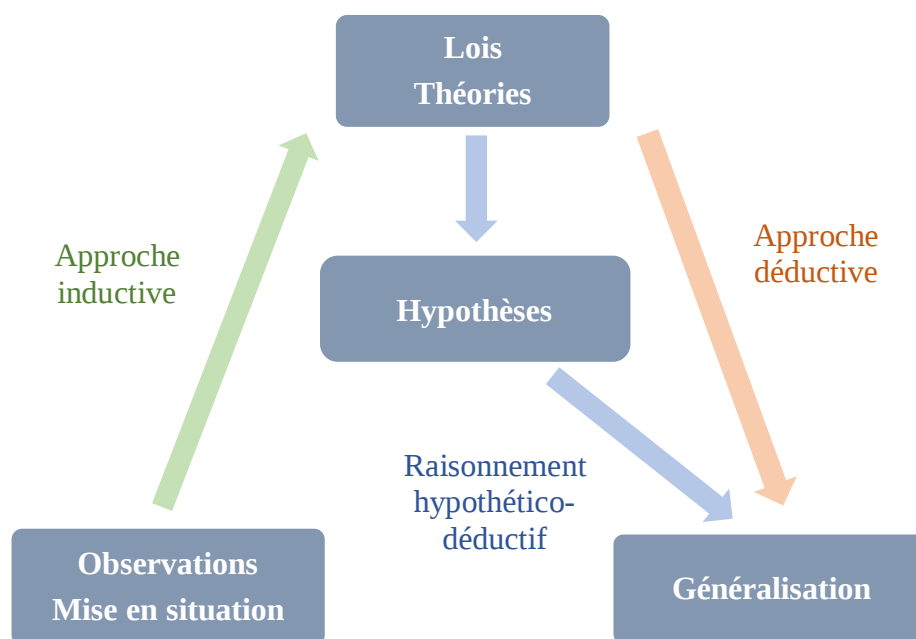


Figure 3. Les principales démarches de recherche scientifique

Les méthodes d'enseignement de types déductives sont basées sur des théories plutôt que sur l'expérience (cf. Figure 3). Ce raisonnement débute par un énoncé général et examine les possibilités d'arriver à une conclusion logique (Bradford, 2017). C'est une approche rationaliste, c'est-à-dire qui considère que la vérité émane de principes universels, de constructions logiques. Des conséquences de la théorie de départ sont ainsi déduites, pour arriver à un cas particulier. La déduction est un processus rigoureux mais qui n'apporte pas véritablement de nouvelles connaissances.

Par opposition à la démarche déductive, l'induction commence par une observation, un savoir, elle s'appuie sur des faits de société (Bradford, 2017). Elle est aussi qualifiée d'approche ascendante, le cheminement inductif partant de situations concrètes pour aller vers une généralité. La démarche inductive observe la réalité en cherchant à en déduire des concepts, des lois (cf. Figure 3). Contrairement à la réflexion rationaliste de l'approche déductive, on parle ici de raisonnement empirique qui considère que l'origine de toute connaissance provient de l'expérience, de l'observation. Le raisonnement inductif impose de nouvelles vérités mais sans réel fondement.

Le rapport « Rocard » (Rocard, 2007) énonce le fait que la démarche d'investigation se détache nettement des méthodes déductives et inductives, c'est ce que l'on appelle une approche hypothético-déductive. C'est la démarche classique utilisée en sciences. Une problématique de départ est énoncée, et, à partir des connaissances sur le sujet, le chercheur émet des hypothèses puis les teste afin de pouvoir les valider ou non en fonction des résultats obtenus (cf. Figure 3). En classe, il s'agit de former l'esprit critique des élèves, en les laissant élaborer et expérimenter eux-mêmes leurs hypothèses. Cette approche met l'accent sur la construction par l'enfant de son propre savoir.

3. L'investigation : le modèle DiPHTeRIC

Le schéma classique de la démarche d'investigation suit ce que l'on appelle le modèle OHERIC (Observation, Hypothèses, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion), apparu en 1976 dans la thèse d'André Giordan « Rien ne sert de courir, il faut partir à point » (Giordan, 1976). C'est un raisonnement linéaire qui suit des étapes dans un enchaînement bien défini et qui doit conduire à la résolution de la recherche initiale. Après énonciation du phénomène d'intérêt, des hypothèses sont proposées pour l'expliquer ainsi que les conséquences qui pourraient découler de chacune d'entre elles. Un protocole expérimental est alors établi en accord avec les hypothèses proposées. Dans la phase d'interprétation, les résultats obtenus des suites de ses expériences sont analysés. Pour finir, il s'agit d'accepter ou de rejeter les hypothèses formulées au préalable (cf. Figure 4).

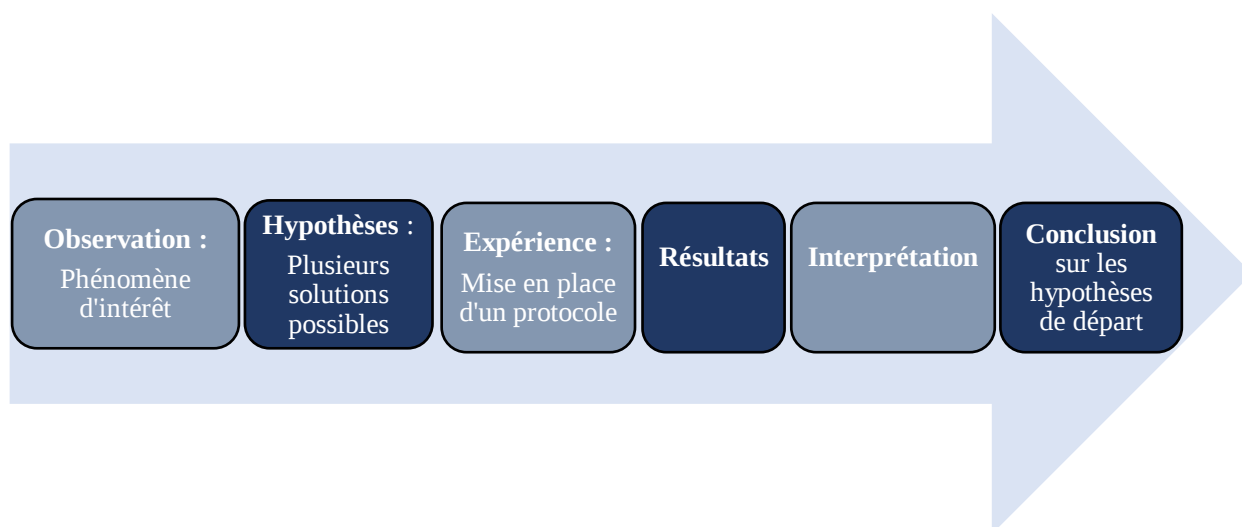


Figure 4. Le modèle OHERIC

Ce modèle OHERIC présente néanmoins des inconvénients majeurs (Cariou, 2002). Tout d'abord cette démarche est strictement linéaire puisque, dans le cadre de l'école, elle est totalement guidée par le professeur. Celui-ci ne prendra en compte que les hypothèses qui lui semblent être les meilleures à expérimenter, ne permettant pas aux élèves de procéder eux-mêmes aux tests de toutes leurs suggestions. L'objectif premier dans l'apprentissage des sciences étant de développer le cheminement scientifique chez l'enfant, cette démarche paraît très dirigée par l'enseignant, ne laissant pas place à l'autonomie. De plus, aucun problème n'est énoncé afin d'engendrer les hypothèses, ce qui est le fondement même d'une DI. Il est aussi intéressant de souligner que l'idée de partir d'une observation est quelque peu erronée, puisque

les élèves abordent le sujet avec leurs propres représentations et acquis antérieurs. Les seuls faits ne conduisent pas à une DI, les connaissances préexistantes entre également en considération. Un autre inconvénient de ce modèle est la vérification de l'hypothèse par un test expérimental. En réalité, différents autres moyens peuvent être mise en œuvre, s'appuyant sur de l'analyse de données nouvelles, sur des observations. Afin, le résultat final n'est pas toujours la véritable conclusion à retenir de l'étude. Les expériences effectuées peuvent avoir été mal réalisées, cela ne signifie pas pour autant que l'hypothèse est erronée. Il est nécessaire que les élèves soient conscients des limites de leurs investigations.

Le modèle OHERIC a par conséquent totalement été repensé, afin d'offrir un schéma d'avantage en accord avec les points soulevés précédemment. La DI telle qu'elle sera abordée dans cette étude sera basée sur le modèle DiPHTeRIC (Données initiales, Problème, Hypothèses, Tests de conséquences déduites, Résultats, Interprétations, Conclusions) (Cariou, 2009).

La DI démarre en classe par un fait introduit par le professeur, qui émane d'un étonnement sur lequel l'enfant serait amené à se questionner. Avec le modèle DiPHTeRIC, les conceptions initiales des élèves sont prises en considération, et amènent à la formulation des hypothèses : l'objectif étant de déterminer quelles propositions étaient correctes (*Remplacer OHERIC par DiPHTeRIC ?*, n.d.). Contrairement au modèle OHERIC, il tient compte des suggestions parfois erronées des élèves, dès lors que celles-ci sont logiques (Cariou, 2002), ce qui les conduira à des rectifications dans leur ligne directrice pour aboutir au résultat escompté.

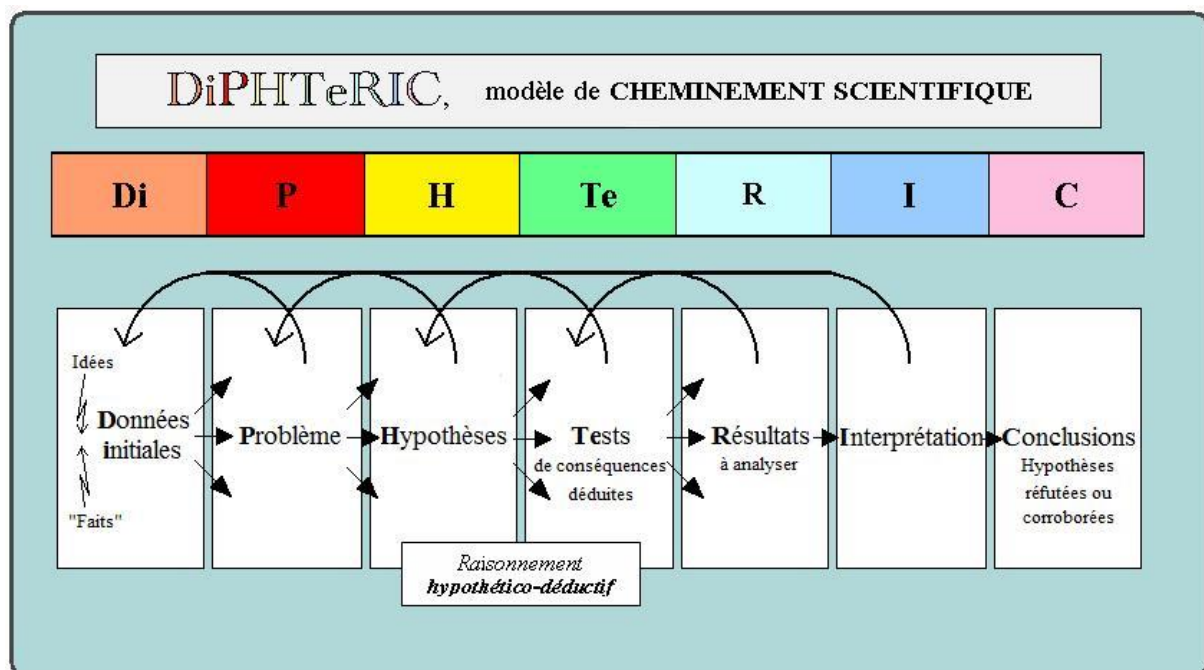


Figure 5. La démarche scientifique hypothético-déductive (modèle DiPHTeRIC)
 ("Des illusions à l'épistémologie de l'investigation," n.d.)

Dans le modèle DiPHTeRIC la situation de départ est nommée « Données initiales » (cf. Figure 5), ces données englobant les observations ainsi que les représentations des élèves.

Celles-ci vont permettre la formulation du problème, à partir duquel les hypothèses vont pouvoir être élaborées. S'ensuivent alors plusieurs activités de recherche telles que des expérimentations, des phases de documentation ou encore de la modélisation, appelés « Tests de conséquences déduites ». Les résultats peuvent ensuite être analysés et interprétés. Pour finir, la conclusion répond à la problématique de départ en réfutant ou corroborant les hypothèses proposées.

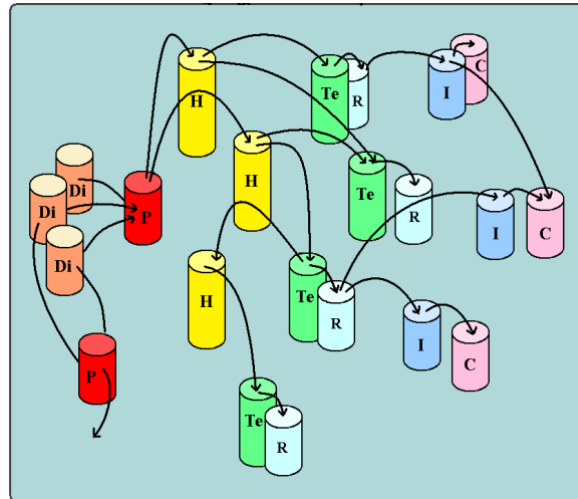


Figure 6. Représentation du modèle DiPHTeRIC (Cariou, 2009)

Néanmoins, le raisonnement n'est pas à sens unique dans ce modèle. Il est par exemple possible de formuler d'autres hypothèses après avoir effectué les premiers tests, l'objectif étant l'expérimenter au maximum et de réfléchir à toutes les possibilités. Le modèle DiPHTeRIC est un cheminement scientifique non linéaire, fait d'un enchevêtrement d'étapes (cf. Figure 6). La figure 6 propose une autre représentation à l'aide de cylindres qui illustre bien cette caractéristique du modèle. De cette manière, la diversité des hypothèses est représentée, ainsi que les « sauts créatifs » qui s'opèrent en cours de réflexion, symbolisés par les cylindres les plus hauts (Cariou, 2009) : une révision de la recherche peut être opérée. Ces sauts sont à l'entière initiative de l'élève, et ils l'aideront à étayer sa réflexion scientifique.

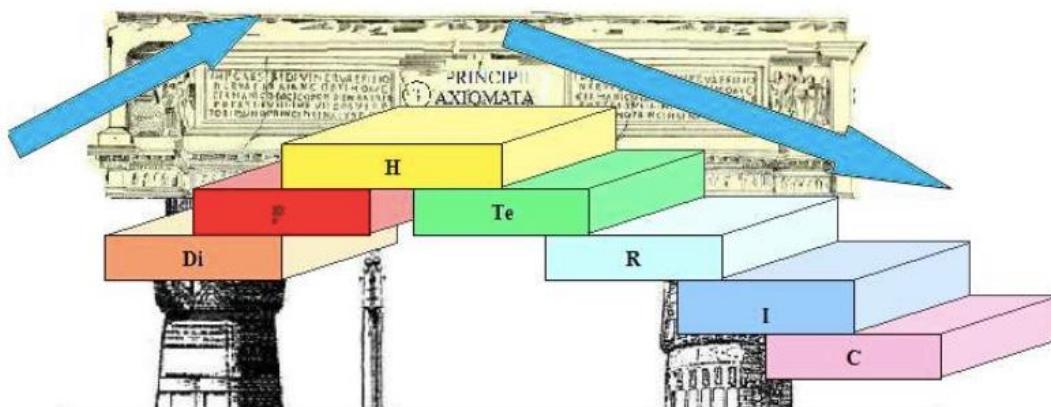


Figure 7. Arche de la connaissance (Cariou, 2009)

L'hypothèse constitue l'élément central du modèle, que l'on peut par ailleurs représenter sous forme d'un « arche de la connaissance » (cf. Figure 7). Celui-ci permet de montrer les deux formes différentes de l'esprit scientifique qui sont ainsi mises en jeu (Cariou, 2009). Le premier esprit scientifique se situe dans la phase ascendante de l'arche qui représente l'esprit créatif, l'imagination. Le second esprit scientifique quant à lui se trouve dans la phase descendante, caractérisant la déduction, le raisonnement par analogie. Par conséquent, la problématisation puis l'élaboration des hypothèses mettent en jeu le premier esprit scientifique, alors que la conception des tests de contrôle met en jeu le second esprit scientifique. Ces étapes sont primordiales dans la conception du cheminement par les élèves (Cariou, 2009), et leur permettent de développer d'une part la curiosité sur le monde qui les entoure et d'autre part une certaine rigueur en confrontant leurs idées au réel.

Il apparaît donc que l'utilisation de la DI sous la forme du modèle DiPHTeRIC favorise la capacité de raisonnement scientifique des élèves par leur propre force intellectuelle.

B. Application de la DI dans l'élaboration d'une séquence de biologie : l'apprentissage par la science

D'après un rapport de la Commission Européenne datant de 2015 (Expert Group on Science Education, 2015), la démarche d'investigation se doit d'avoir une approche d'avantage interdisciplinaire. Le travail de groupe, ou encore l'expression orale peuvent par exemple être développés : c'est l'apprentissage par la science.

1. Séance 1 : Introduction du sujet « La classification des animaux »

La séquence présentée aux élèves de la classe 3 (cf. Figure 1) aura pour sujet « La classification des animaux ». Celle-ci suivra le cheminement du modèle DiPHTeRIC (Cariou, 2009).

Données initiales (Di)

Tout d'abord un rappel sur la définition de la biologie est effectué : c'est la science qui étudie les êtres vivants. Les élèves poursuivent en établissant les deux principaux groupes d'êtres vivants qu'ils connaissent : les animaux et les végétaux. Lors de cette séquence, seuls les animaux seront considérés pour établir la classification. La discussion sur le sujet est ensuite initiée sous forme de questions :

« Les animaux sont-ils tous identiques ? »

« Quelles similitudes et quelles différences remarquez-vous ? »

Problématique (P)

La problématique est énoncée comme une demande d'explication.

« Comment peut-on classer les animaux ? »

Cette question sous-entend que l'on souhaite savoir sous quelles formes ils peuvent être classés et sur quels éléments on s'appuie. Il ne s'agit pas ici d'introduire les notions d'espèce ou de famille, l'objectif est de conduire les élèves vers l'élaboration de groupes d'animaux selon des critères pertinents afin de construire une classification simplifiée.

Hypothèses (H)

Les élèves proposent des explications possibles concernant la problématique. Le professeur cherche à privilégier l'initiative des enfants dans la résolution du problème posé. Le but est ensuite d'amener les autres à donner leur avis sur les différentes propositions évoquées, encouragés par une intervention de l'enseignante (stagiaire) :

« Qu'en pensez-vous ? »

Chacun exprime son opinion et argumente sur le bien-fondé des suggestions de leurs camarades : des hypothèses provisoires sont ainsi retenues. Les élèves développent ainsi leur autonomie et leur responsabilité puisqu'ils sont au centre des apprentissages, ce sont eux qui initient les réflexions. Cette phase est primordiale puisqu'elle met en jeu le premier esprit scientifique des élèves, c'est à ce moment que s'opère un saut créatif (Cariou, 2009).

Tests de conséquences déduites (Te) :

Une planche contenant 24 animaux est proposée aux élèves (cf. Figure 8), l'objectif étant de les classer en suivant un raisonnement logique. Pour élaborer les manipulations à réaliser, l'intervenant demande aux élèves de réfléchir à des propositions :

« Comment procéderiez-vous ? »

Les élèves soumettent des idées de tests à effectuer pour établir les différents groupes d'animaux : il s'agira avant tout de documentations et recherches dans leurs propres connaissances, des tests expérimentaux ne se prêtant pas forcément au sujet de l'étude. Les écoliers discutent de la pertinence des propositions des autres, et une conclusion est faite collectivement afin de confirmer les activités qui seront réalisées. Le second esprit scientifique est sollicité lors de cette étape, mobilisant l'esprit de contrôle des enfants (Cariou, 2009).

Ces tests débutent par une réflexion individuelle. Les élèves de CM1 et CM2 disposent de la planche complète avec tous les animaux sélectionnés (cf. Figure 8), et les élèves de CE1, CE2 et ceux en grande difficulté possèdent chacun une fiche avec seulement 6 animaux de la planche afin de focaliser au maximum leur attention sur ces derniers. Il convient par ailleurs de noter que pour ce deuxième groupe d'élèves, le travail sera d'avantage guidé, la notion de classification étant plus abstraite pour eux. Néanmoins, à la fin de la séquence, tous les enfants doivent avoir la même trace écrite, les mêmes informations. Par conséquent, afin de concentrer leur intérêt sur des critères bien précis, un tableau à double entrée regroupant les caractères principaux des animaux étudiés est mis à leur disposition (cf. Tableau 1) pour qu'ils aient un point de repère dans les observations qu'ils doivent effectuer ("Classification du vivant : une séquence toute prête au cycle 3," n.d.). Ils peuvent ainsi cocher les caractères qu'ils semblent constater chez les différents animaux qui leur sont proposés. Les élèves de CM1 et CM2 découpent les différents animaux pour les manipuler comme bon leur semble et créer des groupes qui leur paraissent cohérents. Ils déterminent eux-mêmes les caractéristiques qu'ils pensent pertinentes pour réaliser les ensembles.

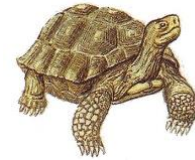
Au cours de la séance, il semble intéressant de définir quelques termes auprès des élèves tels que la notion de squelette interne et externe ou encore celle des animaux vivipares et ovipares, afin de les aiguiller dans leurs investigations.



Sardine



Autruche



Tortue des Galápagos



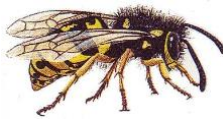
Sangsue



Scorpion



Salamandre



Guêpe



Éléphant



Homard



Lombric



Requin blanc



Escargot



Moule



Scarabée



Colibri



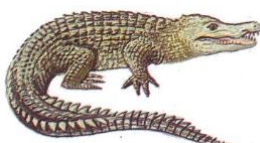
Baleine à bosse



Homme



Mygale



Crocodile du Nil



Scolopendre



Grenouille verte



Crevette



Pieuvre blanche



Fourmi

Figure 8. Planche regroupant les différents animaux étudiés lors de la séquence de biologie
 ("Le monde animal : classification simplifiée," n.d.) ("Pieuvre blanche," n.d.) ("Elephant," n.d.) ("baleine à bosse," n.d.)
 ("homme," n.d.)

Tableau 1. Tableau à compléter par les élèves comportant les principaux caractères observés en fonctions des animaux étudiés

Caractères Animaux	Yeux	Bouche	Squelette externe	Squelette interne	Corps mou	4 membres	6 pattes	8 pattes	De nombreuses pattes	Nageoires	2 antennes	4 antennes	Plumes	Poils	Écailles soudées	Écailles libres	Peau nue	Corps avec anneaux	Bec	Coquille visible ou cachée	Mamelles (allaitement)	Les petits naissent par mise bas (vivipares)	Pondent des œufs (ovipares)
Sardine																							
Autruche																							
Tortue des Galépagos																							
Sangsue																							
Scorpion																							
Salamandre																							
Guêpe																							
Éléphant																							
Homard																							
Lombric																							
Requin blanc																							
Escargot																							
Moule																							
Scarabée																							
Colibri																							
Baleine à bosse																							
Homme																							
Mygale																							
Crocodile du Nil																							
Scolopendre																							
Grenouille verte																							
Crevette																							
Pieuvre blanche																							
Fourmi																							

2. Séance 2 : Mise en commun des investigations

Tests de conséquences déduites (Te) :

Les élèves de CM1 et CM2 forment des groupes de deux ou trois et mettent en commun les recherches réalisées à la séance précédente. Les autres élèves se regroupent également avec ceux possédant la même fiche qu'eux (les mêmes 6 animaux que précédemment), afin d'échanger sur leurs idées.

Des documents proposant quelques rappels de vocabulaire, ou de nouvelles notions en lien avec la séquence, sont mis à la disposition des élèves, ainsi que des dictionnaires si ceux-ci souhaitent approfondir leur recherche.

Résultats (R) :

La deuxième partie de la séance est consacrée au partage des informations récoltées entre tous les élèves de la classe. Chaque groupe expose aux autres ses propres résultats concernant les manipulations, et il les analyse. Tout comme lors de la proposition d'hypothèses, le reste de la classe témoigne son opinion aux vues des solutions présentées :

« Les résultats des tests sont-ils convaincants ? »

De plus, une correction du tableau des caractères est effectuée (cf. Tableau 1), permettant à tous les élèves, y compris ceux ayant réalisé les manipulations sans ce point de repère, de poursuivre la séquence avec les mêmes renseignements.

Interprétations (I) :

« Que peut-on déduire de ces résultats ? »

Les élèves élaborent des solutions, échangent leur point de vue. Ils proposent une ou des interprétations vis-à-vis des résultats obtenus par chacun, et établissent si les explications suggérées par leurs camarades leur paraissent appropriées.

La prise de parole des élèves est à mettre en avant dans ce type de démarche. En effet, l'investigation est un processus qui se veut pluridisciplinaire, elle aide à développer des aptitudes complémentaires aux sciences (Expert Group on Science Education, 2015). Elle permet dans ce cas de mettre en avant la capacité des enfants à débattre entre eux, à résoudre des problèmes ouverts et à s'exprimer à l'oral sur un sujet scientifique (Rocard, 2007). Le langage possède une place notable dans cette démarche : ce sont en effet les phases de débat entre pairs et de discussions argumentatives qui favorisent l'apprentissage de la langue (Bisault & Berzin, 2009).

A la fin de la séance, il paraît intéressant de définir de façon précise ce qu'est un attribut, définition qui sera indispensable aux élèves pour la séance suivante qui consistera à réaliser un arbre de classification avec tous les animaux de la fiche (cf. Figure 8) : c'est une caractéristique propre à un individu ou à un groupe d'individus.

3. Séance 3 : Élaboration de l'arbre de classification

Après rappel de la notion d'attribut, il convient d'expliquer aux élèves comment se construit un arbre de classification. Celui qui va être établi ici aura pour racine l'ensemble « animaux », la lecture de l'arbre se fera donc à partir de ce point de départ. Dans un arbre, les animaux sont classés en fonction de leurs caractères, chaque branche représentant d'apparition d'un ou plusieurs attributs. Chaque nœud de l'arbre correspond à un ancêtre commun, c'est-à-dire un animal hypothétique duquel descendent d'autres organismes partageant des caractères communs hérités de ce dernier. Si on se place à un certain nœud de l'arbre, tous les animaux qui seront placés après dans le sens de lecture posséderont les attributs spécifiques à cette jonction en plus de ceux en amont. L'explication concernant l'arbre de classification n'est pas plus approfondie, l'essentiel pour les élèves de cycle 2 et 3 et de savoir que celui-ci permet de répondre à la question : « **Qui est le plus proche de qui ?** ».

Hypothèses (H)

Pour cette troisième séance, une bifurcation dans la démarche DiPHTeRIC (cf. Figure 5) pourra être opérée : à la suite des interprétations des manipulations précédentes, de nouvelles hypothèses plus en accord avec la problématique peuvent être formulées ou bien une hypothèse parmi celles énoncées au départ peut être sélectionnée en dépit des autres.

Tests de conséquences déduites (Te) :

La réalisation de l'arbre de classification est l'objectif à atteindre à la fin de la séquence, en revanche, cette forme n'est pas significative pour tous les élèves. Il convient donc d'utiliser un second mode de représentation en plus de l'arbre pour s'adapter au plus grand nombre : la classification par emboîtement. La finalité pour les élèves sera de savoir interpréter ces deux types de représentations pour les CM1 et CM2 et au moins un des deux pour les autres élèves.

Dans la séance précédente, les attributs propres à chaque animal de la collection ont été établis, il s'agit maintenant de voir si ces caractères sont partagés avec les autres animaux. Dans un premier temps, les élèves revoient les groupes formés au début et essayent de les modifier quelque peu en créant des ensembles qui s'emboîtent les uns dans les autres, tout en respectant la méthode de l'arbre de classification telle qu'elle leur a été enseignée.

La réalisation complète de la classification est difficile à mettre en place pour des enfants de cet âge, c'est pourquoi un arbre à compléter est distribué aux élèves de la classe après une phase de réflexion individuelle. Celui-ci comporte les noms de quelques grands groupes d'animaux, néanmoins le plus intéressant n'est pas qu'ils les retiennent tous mais qu'ils sachent y placer les animaux en fonction de leurs attributs. Cet arbre est adapté en fonction des niveaux des élèves de la classe : les élèves de CM1 et CM2 complètent les attributs des différents groupes ainsi que les animaux présents dans chacun d'entre eux, tandis que les élèves de CE1, CE2 et eux en difficulté doivent seulement placer les noms des animaux (cf. Tableau 1). Le but étant que chacun apprenne à lire un arbre de classification.

Arbre de classification des animaux

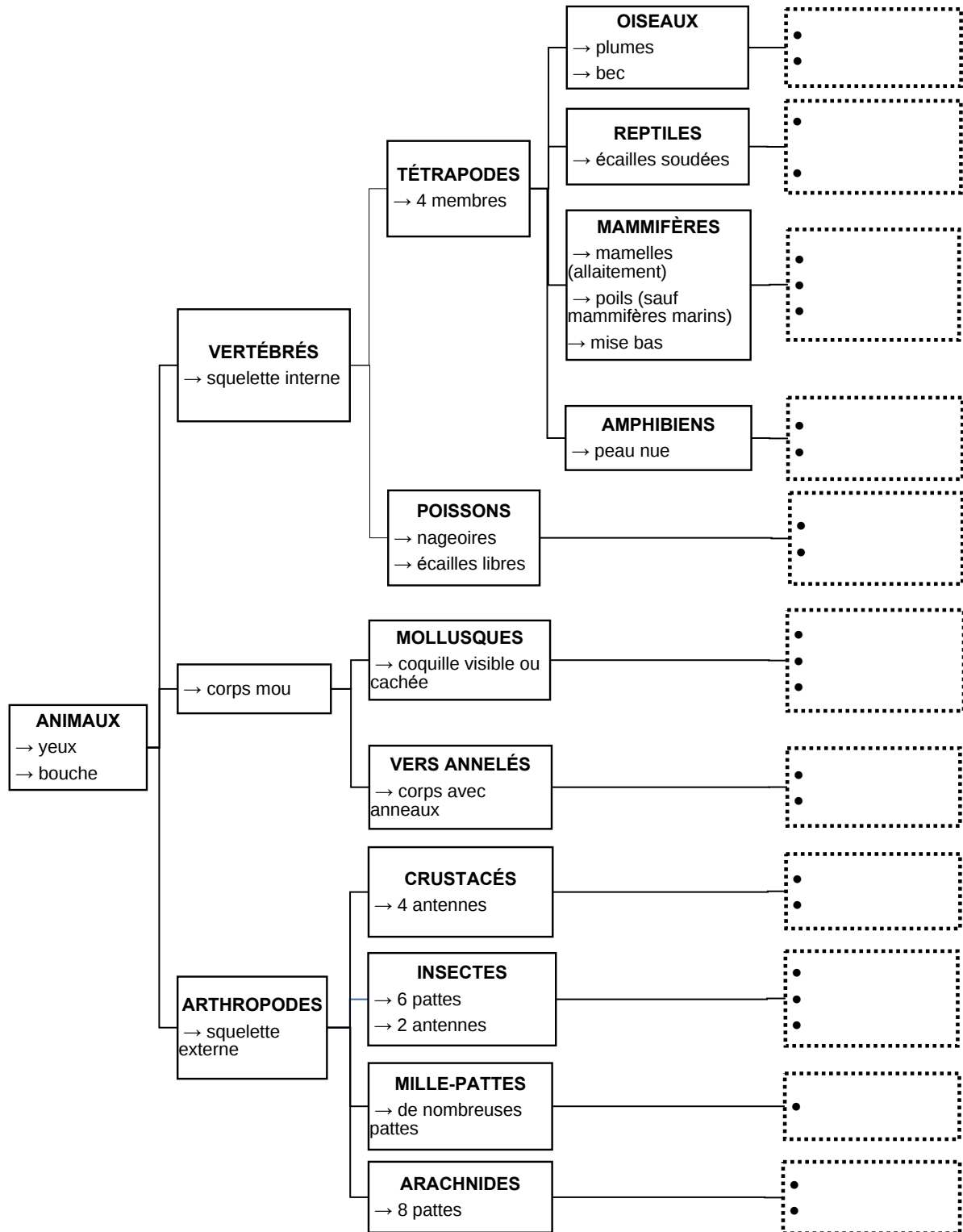


Figure 9. Arbre de classification des animaux, à compléter par les élèves

Une fiche à compléter avec une classification par emboîtement est également donnée aux enfants afin qu'ils y collent les différentes images d'animaux de la planche (cf. Figure 10). Cette dernière offre une représentation plus visuelle et plus attractive pour les élèves, toutefois les deux exercices aboutissent au même résultat.

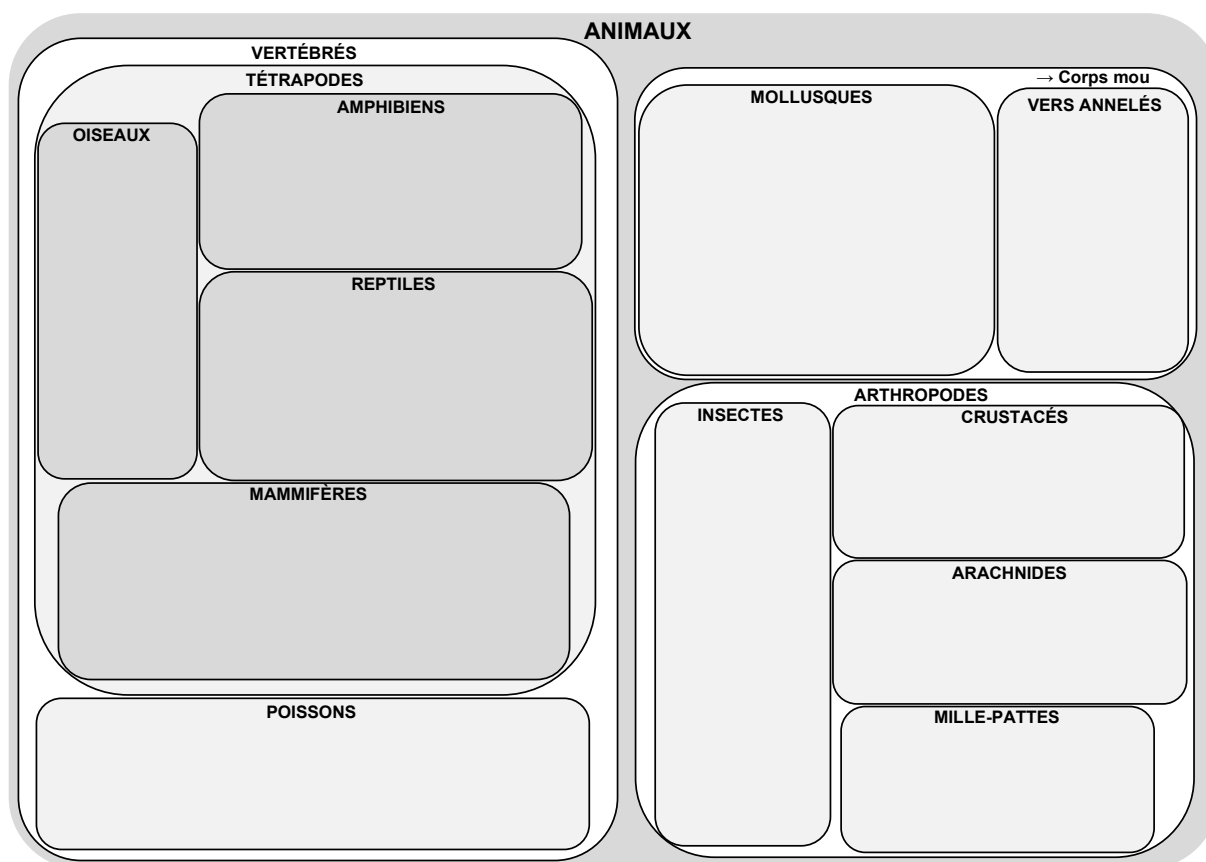


Figure 10. Classification des animaux par emboîtement, à compléter par les élèves

Les groupes des poissons et des reptiles présents dans ces représentations ne sont pas des ensembles recevables en termes de classification phylogénétique, en revanche ils servent à donner des noms parlants pour les élèves. Le projet de cette séquence n'est pas d'aboutir à une classification exacte des animaux, mais d'arriver à créer des associations cohérentes et d'initier les écoliers aux bases de la classification.

Résultats (R) :

Pour annoncer leurs résultats, les élèves passent un à un au tableau, sur lequel la classification par emboîtement ainsi que l'arbre ont été reproduits. L'utilisation du tableau permet aux élèves d'avoir une vue d'ensemble et de bien se représenter les différents groupes emboîtés, qui sont représentés par des couleurs différentes. Chaque élève vient placer un animal dans l'ensemble qu'il pense être celui qui convient en expliquant son choix, les autres donnent leur avis.

Interprétations (I) :

Les élèves proposent des interprétations concernant les résultats obtenus dans les manipulations sur l'arbre et la classification par emboîtement.

Conclusions (C) :

Pour conclure, les élèves se prononcent sur les hypothèses proposées dans cette séance afin de les accepter ou de les réfuter. Ils sont ainsi capables de répondre à la problématique de départ d'après leurs investigations.

Après l'établissement de leur propre conclusion, il est nécessaire d'apporter quelques précisions aux enfants et de leur annoncer ce qui était attendu en termes de résultats. La cohérence avec les éléments scientifiques est également importante : les élèves doivent confronter leurs conclusions avec la réalité des données actuelles. Il s'agit ensuite de vérifier qu'ils aient bien compris comment s'effectue la lecture dans un arbre de classification. Pour cela, il est possible de leur demander de citer tous les attributs d'un groupe étudié durant la séquence, ou de donner d'autres exemples d'animaux pour tel ou tel ensemble. De même, les élèves doivent être en mesure de définir la notion de classification, en distinguant les verbes classer, trier, ranger. Si ce n'est pas le cas, une définition leur en est donnée.

Le principe d'une séquence basée sur la démarche DiPHTeRIC est de laisser les élèves résoudre les problèmes eux-mêmes tout en leur fournissant les précisions nécessaires pour arriver à une conclusion valide et assimiler de nouvelles notions (Cariou, 2009).

III. Résultats

Les résultats concernant la séquence sur « La classification des animaux » seront exposés dans cette partie.

A. Séance 1 : Élaboration des hypothèses

Les élèves de la classe n'ont aucun mal à déterminer ce qu'est un être vivant et à donner les deux principaux groupes constituant ceux-ci, c'est-à-dire les animaux et les végétaux. Il leur paraît également évident que tous les animaux ne sont pas identiques les uns aux autres. Ils énoncent des similitudes et des différences qu'ils constatent chez les animaux :

- « **Les poissons nagent tandis que d'autres animaux marchent.** »
- « **Certains ont des ailes alors que d'autres ont 4 pattes.** »
- « **Il existe des animaux qui mangent de la viande et des herbivores.** »
- « **Quelques animaux peuvent pondre des œufs.** »

Ces remarques sont ensuite utilisées pour établir des hypothèses sur la classification des animaux. Celles-ci peuvent être réparties en trois catégories distinctes (cf. Figure 11) :

- Classification des animaux selon leurs aptitudes : ceux qui volent, ceux qui nagent, ceux qui marchent.
- Classification des animaux selon leur milieu de vie : ceux qui vivent dans l'eau, ceux qui vivent sur la terre.
- Classification des animaux selon leurs caractéristiques physiques ou physiologiques : ceux qui ont des ailes, ceux qui ont des pattes, ceux qui ont des nageoires, ceux qui sont carnivores ou herbivores, ceux qui pondent des œufs.

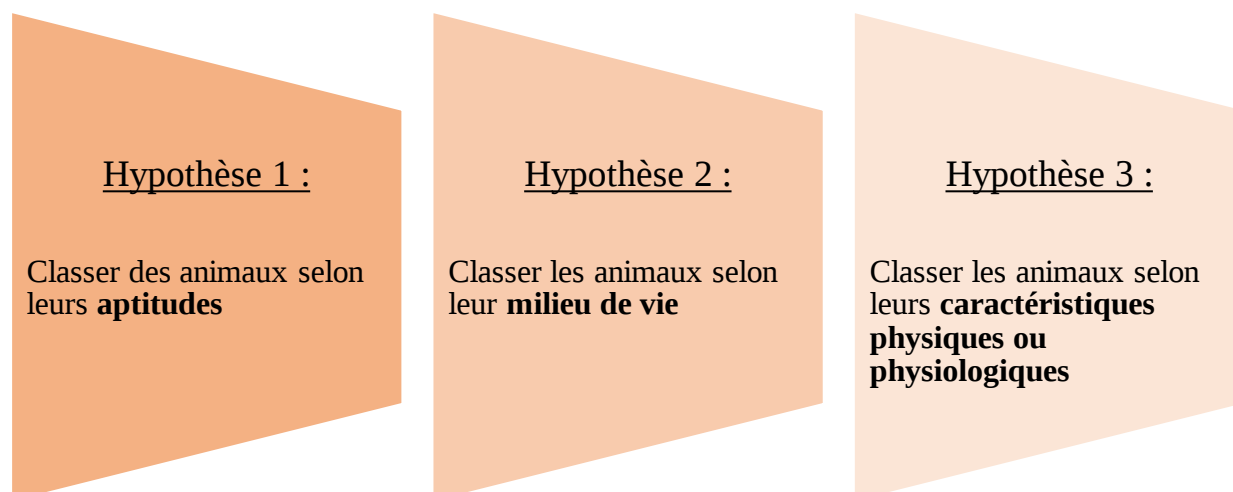


Figure 11. Hypothèses proposées par les élèves pour classer les animaux

Pour ce qui est des tests de conséquences déduites, les élèves suggèrent de regrouper les animaux de la collection en s'appuyant sur les différentes hypothèses soumises, afin de voir laquelle semble la plus pertinente. Ils peuvent chercher de la documentation complémentaire s'ils en ont besoin durant cette première phase de travail individuel.

En complétant le tableau des caractères (Tableau 1), les élèves de CE1, CE2, ainsi que ceux présentant des difficultés s'intéressent par conséquent à l'hypothèse 3 en particulier (cf. Figure 11). Contrairement à l'autre groupe, il est préférable qu'ils n'étudient pas toutes les hypothèses pour qu'ils restent concentrés sur cette tâche bien définie et qu'ils évitent de s'éparpiller dans leur travail. Une observation du réel optimale est le premier objectif qu'ils doivent atteindre.

B. Séance 2 : Résultats des premiers tests et définition de la notion d'attribut

Après avoir échanger entre eux, les élèves soumettent leurs résultats à l'ensemble de la classe. Pour ceux ayant créé des ensembles avec tous les animaux de la planche, plusieurs ensembles semblent récurrents dans leurs propositions. La plupart des élèves ont regroupé les animaux en s'appuyant principalement sur les hypothèses 1 et 2 (cf. Figure 11), ce qui a donné lieu à des groupes basés notamment sur les aptitudes des différents animaux (cf. Figure 12). Ces groupes rassemblent les animaux selon des critères de sélection peu précis ou spécifiques, puisque ceux-ci sont fondés sur des fonctions et non des attributs. La pieuvre se retrouve par exemple réunie de façon étonnante avec la baleine, le scolopendre avec l'escargot ou encore la guêpe avec le colibri (cf. **Error! Reference source not found.**). L'homme est également placé séparément, les élèves ont du mal à le définir en tant qu'animal et à trouver sa place au sein des autres.

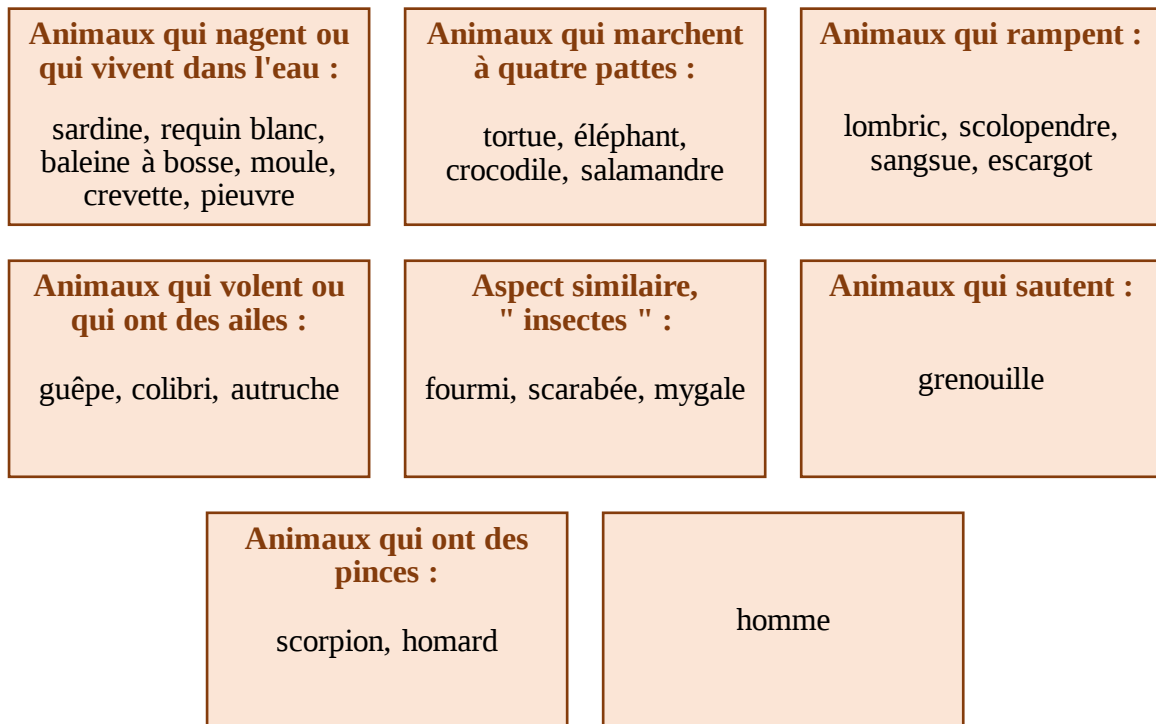


Figure 12. Classification des animaux de la collection : proposition 1

Néanmoins, certains ont pris davantage en compte l'hypothèse 3 (cf. Figure 11) pour réaliser leur classification. Celle-ci sera alors principalement établie d'après des caractéristiques physiques ou physiologiques, bien que celles choisies ne soient pas toujours appropriées ni rigoureuses (cf. Figure 13).

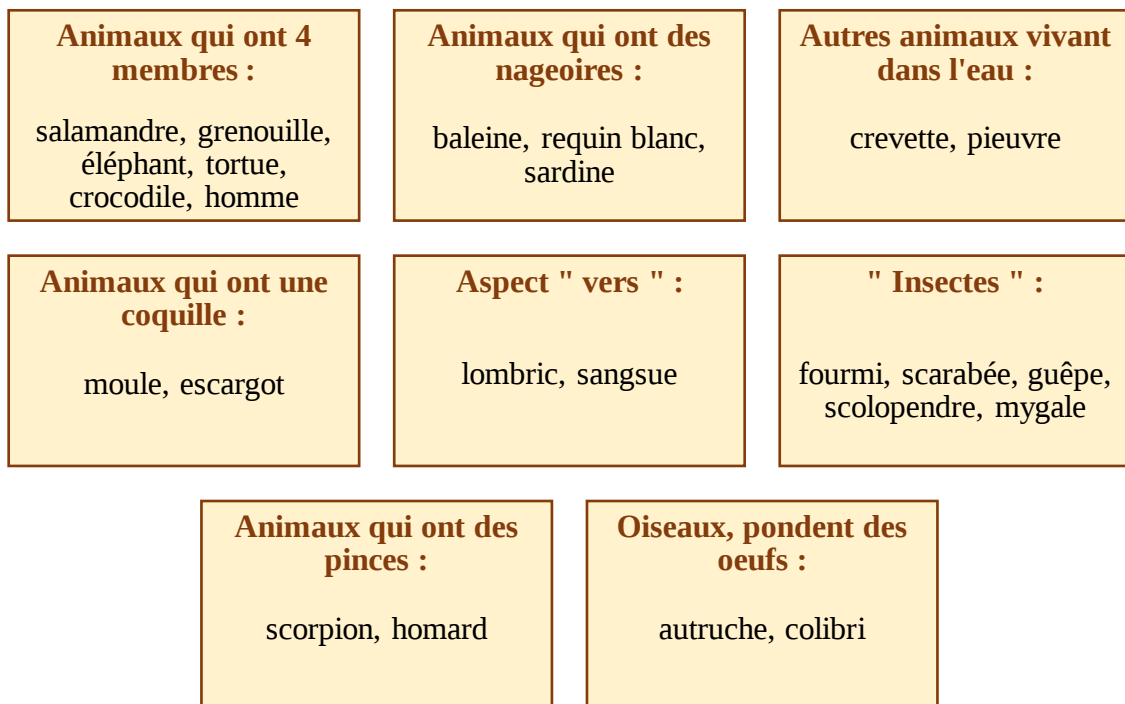


Figure 13. Classification des animaux de la collection : proposition 2

Cette seconde proposition (cf. Figure 13) se dirige un peu plus vers des critères convaincants qui permettront d'aboutir à la classification attendue en fin de séquence. Contrairement à la proposition précédente, une distinction est faite entre les ailes de la guêpe et celles des oiseaux. Les élèves ne sont en revanche pas encore en mesure d'assimiler ces ailes à des membres à part entière, bien que ce terme ait été défini dans une fiche de vocabulaire mise à leur disposition. De plus, l'homme a pu être associé à un groupe d'animaux possédant 4 membres, certains élèves étant même capables de dire qu'il appartient des mammifères tout comme l'éléphant. En revanche, il semble compliqué de trouver des points d'appariement pour certains animaux comme la crevette et la pieuvre. De même, la caractéristique « pondent des œufs » n'est pas des plus judicieuse pour définir le groupe des oiseaux, étant donné que de nombreux autres animaux de la collection possèdent ce caractère.

Pour le moment les élèves ont formé de simples groupes bien distincts, ils n'ont pas encore l'idée de créer des ensembles emboîtés les uns dans les autres, les caractéristiques qu'ils ont choisies ne s'y prêtant pas.

En ce qui concerne le tableau des caractères, les élèves ont fait preuve d'une observation minutieuse et ont pour la plupart réussi à compléter une grande partie du tableau. Néanmoins, le fait que tous les animaux aient des yeux et une bouche, y compris le lombric et la sangsue, fut plus complexe à déterminer. S'ajoute à cela le terme de squelette externe qui a été défini au préalable mais qui semble difficile à repérer dans des cas concrets. C'est également le cas pour la reconnaissance des animaux vivipares et ovipares, ce vocabulaire étant nouveau pour les enfants. La correction du tableau des caractères pour le second groupe d'élèves permet d'établir les caractères qui définissent les animaux de la collection, qui pourront ensuite être réutilisés pour rassembler ceux qui partagent ces similarités.

Il est de la responsabilité de l'intervenant de conduire les élèves vers des caractères de classification plus pertinents à la suite d'une investigation en autonomie. Le terme attribut est alors défini, il paraîtra ainsi plus évident pour les élèves de réaliser la classification.

C. Séance 3 : Approfondissement de la recherche et réinvestissement des résultats

Aux vues des résultats de la séance précédente, ainsi que des précisions concernant la notion d'attribut, les élèves ont pu débattre entre eux de la cohérence des hypothèses de départ. L'hypothèse 3 (cf. Figure 11) a donc été retenue, et c'est d'après cette dernière que se baseront les investigations suivantes, les hypothèses 1 et 2 proposant une classification ne s'appuyant que sur de larges critères qui aboutissent à des regroupements d'animaux relativement confus.

Une fois une seule hypothèse retenue pour être testée, et avant de débiter la construction de l'arbre de classification, il semble important de rappeler aux élèves les pièges à éviter pour établir les liens de parenté entre les animaux. Tout d'abord, le fait de classer les animaux en fonction des caractères qu'ils possèdent et non de ceux qu'ils ne possèdent pas, les invertébrés ne seront par exemple pas pris en compte. Ensuite, en raison de certains questionnements des élèves et du fait qu'ils placent l'homme à l'écart des autres animaux, il est nécessaire de leur rappeler que l'observation de tous les attributs s'applique également à l'homme et qu'il ne se place pas en retrait ou tel un aboutissement de l'évolution. De même, on ne répond pas à la question « Qui descend de qui ? » mais à « Qui est proche de qui ? ».

Pour finir, en sélectionnant l'hypothèse 3, les élèves ont compris eux-mêmes que l'on classe les animaux en fonction de ce qu'ils possèdent et non par rapport aux fonctions de leur attributs.

Une fois que les élèves ont revu leur classification d'après toutes les nouvelles informations, ils complètent l'arbre et la classification par emboîtement. Après une dizaine de minutes de réflexion par groupe, voyant que l'établissement des caractères était assez ardu pour les élèves de CM1 et CM2, une liste des attributs attendus leur a été fournie afin qu'ils les placent directement dans l'arbre. Suite à cela, ils n'ont pas eu de mal à identifier à quoi correspondait les différentes ramifications et la position des caractères.

L'affichage des résultats au tableau a suscité l'intérêt des élèves de la classe, qui ont tous pris part au débat et ont discuté les choix de leurs camarades. Au fur et à mesure des passages, les élèves placent sans difficulté l'animal sélectionné tout en argumentant. Quelques confusions ont pu toutefois être relevées. Les élèves ont premièrement assimilé la salamandre à un lézard et l'ont alors placée parmi les « reptiles ». De même, la pieuvre blanche fut mise de côté car ne correspondant pas aux critères établis. La baleine a également été difficile à classer dès le début de la séquence, de part ces particularités ne pouvant l'associer au groupe des mammifères, les élèves l'ont placée parmi les poissons.

Pour toutes ces problématiques communes à l'ensemble des élèves, qu'ils ne sont pas en mesure de résoudre eux-mêmes, des solutions sont apportées. L'exemple de la baleine donne l'occasion d'expliquer brièvement le cas des mammifères marins avec des images explicatives à l'appui. Il en est de même pour la pieuvre dont la coquille n'est pas visible comme celle de l'escargot ou de la moule.

Les élèves interprètent les deux représentations obtenues : ils constatent que dans les ensembles formés sont associés des animaux qui peuvent à première vue leur paraître assez différents de par leur mode de vie. La lecture de l'arbre s'effectue sans problème en partant des attributs communs à tous les animaux puis en continuant le long des branches. Les enfants sont capables de donner d'autres exemples d'animaux pour les groupes les plus connus tels que les mammifères, les poissons, ou encore les reptiles.

Pour conclure, l'hypothèse 3 a été validée par la classe. Les élèves sont en mesure de dire que la classification des animaux repose sur un regroupement des animaux selon une ou des caractéristiques communes, celle-ci s'organisant en groupes emboîtés les uns dans les autres jusqu'à aboutir à des ensembles de plus en plus précis.

IV. Discussion

Les résultats observés au cours de cette séquence permettent de statuer sur les points forts tout comme sur les quelques lacunes de l'apprentissage des sciences fondé uniquement sur la DI.

A. La démarche d'investigation, premier pas vers une réflexion scientifique

L'enseignement des sciences basé sur une démarche d'investigation telle qu'elle a été utilisée dans cette séquence de biologie est un processus offrant aux élèves la possibilité de diagnostiquer des problèmes par leurs propres moyens. La démarche DiPHTeRIC ne se limite pas à une simple approche inductive (Rocard, 2007), c'est un raisonnement hypothético-déductif qui permet une réelle recherche d'informations de la part des enfants.

L'objectif était ici de donner aux élèves les bases de la classification phylogénétique en utilisant la DI comme outil pour l'apprentissage des sciences. Les écoliers ont acquis de nouvelles compétences au fil de leur cheminement. Ils ont par exemple été en mesure d'établir que les fonctions des divers attributs des animaux, telle que la capacité de voler grâce aux ailes, ne sont pas des critères convaincants en termes de classification, c'est l'attribut « membre » en lui-même qui prend toute son importance. Des critiques sur les manipulations réalisées ont pu également être discernées par les enfants, comme le fait de sélectionner d'autres animaux pour la réalisation de la classification, donnant ainsi naissance à des sous-ensembles supplémentaires. Enfin, les cas tels que celui de la baleine ont apporté de nouvelles connaissances aux élèves, et ont permis d'approfondir quelque peu le sujet de départ.

Certains enfants sont plus intéressés que d'autres par l'apprentissage des sciences. Pour éveiller leur curiosité, l'observation du réel est ainsi mise en œuvre dans ce type de raisonnement (Eurydice, 2011). Appuyer une réflexion sur des faits concrets donne à tous l'occasion de participer à la mise en place du cheminement scientifique en apportant ses propres représentations. Le point de départ reposant sur des données à la portée de tous, puisqu'issues de la vie courante, chacun a su apporter sa contribution pour arriver à la conclusion finale.

Les deux esprits scientifiques (Cariou, 2009) ont été mis en jeu lors de cette séquence. Le premier esprit scientifique, dit « esprit de quête », se manifeste quand un étonnement amène à une interrogation puis à une recherche. Cet esprit de découverte a conduit les enfants à formuler trois hypothèses concernant la problématique (cf. Figure 11), puis la mise à l'épreuve de celles-ci s'est opérée par le second esprit scientifique, dit « esprit d'enquête ». Celui-ci permet de faire preuve d'objectivité face à l'imaginaire engendré par le premier esprit scientifique. Les élèves ont effectivement testé toutes les hypothèses établies afin de contrôler la cohérence de chacune d'entre elles.

Les écoliers ont également développé leur esprit critique, que ce soit en débattant avec les autres sur leurs hypothèses, ou en proposant des solutions qui auraient pu améliorer les résultats des tests effectués. La discussion entre pairs est un bon moyen d'exprimer son point de vue et de le confronter à celui des autres (Boilevin, 2013). En communiquant entre eux, les élèves ont pu sélectionner l'hypothèse la plus correcte parmi celles établies au préalable. Chaque enfant a apporté son idée et ses connaissances personnelles pour aboutir à un résultat commun. Aux vues de cette étude, le travail coopératif apparaît donc comme un élément non négligeable dans la DI.

Un autres des aspects du modèle DiPHTeRIC est le fait que l'enseignant accompagne les élèves dans leurs investigations et qu'il leur fait aussi prendre conscience des limites de leurs connaissances. Pour cela, l'arbre du vivant complet leur a été présenté afin qu'ils s'aperçoivent de la complexité de la classification phylogénétique par rapport à celle qu'ils ont obtenue. Cependant, pour que cette méthode d'investigation soit bien menée, il faut qu'elle encourage l'autonomie des élèves en limitant les interventions de l'enseignant (Boilevin, 2013). La séquence réalisée pour cette étude a été davantage guidée que ce que pourraient l'être d'autres séquences utilisant également la DI. En effet, le sujet de départ ne se prêtait pas entièrement à un travail en totale autonomie des élèves, il a fallu organiser au mieux les séances pour que les élèves soient les plus indépendants possible.

Néanmoins, il est à noter que cette démarche favorise l'initiative des enfants et accroît leur responsabilité (La Carbona, 2016), dans la mesure où ce sont eux qui sont à l'origine des hypothèses. Ils sont actifs puisqu'ils étendent eux-mêmes leurs connaissances et sont au centre des apprentissages. Par cette investigation, le but est qu'ils assimilent des compétences plutôt que de simples faits scientifiques. Les nouvelles représentations acquises lors d'une DI ne proviennent pas d'une simple énonciation du cours. L'élaboration de telles séquences demande par conséquent une préparation considérable de la part de l'enseignant. Il s'agit d'anticiper les questions des élèves et d'adapter les activités en fonction de ces dernières, pour accompagner le travail sans pour autant le mener à leur place.

Que ce soit par l'expression orale devant l'ensemble de la classe, par la mise en œuvre de recherche de documentation, ou encore par une discussion argumentative avec ses camarades, la démarche d'investigation scientifique offre à l'élève la possibilité d'acquérir des aptitudes complémentaires aux sciences.

Bien que la DI pose les bases de la réflexion scientifique, elle ne permet pas toujours à elle seule un apprentissage optimal des sciences, il faut également adapter son enseignement aux élèves de la classe.

B. La pédagogie différenciée

L'hétérogénéité de la classe 3 (cf. Figure 1), composée de quatre niveaux différents ainsi que de plusieurs élèves en grande difficulté, amène à réfléchir sur la mise en place d'une telle séquence pour répondre aux besoins de chacun. Des distinctions ont été faites au niveau des modalités de travail entre les élèves de CM1-CM2 et ceux de CE1-CE2 accompagnés des élèves en difficulté. Néanmoins, chaque enfant est singulier et il fut difficile de s'adapter à tous. A la fin de la séquence, certains élèves n'ont pas réussi à suivre au même rythme que les autres et ce sont ainsi retrouvés avec une classification incomplète ou erronée. L'objectif final étant que tous les élèves puissent ressortir avec le même contenu, des modifications dans l'élaboration de cette séquence de sciences auraient pu être effectuées.

Par l'éducation qu'il reçoit, l'environnement dans lequel il évolue, chaque individu acquiert des facultés et une personnalité unique : c'est ce qui fait l'hétérogénéité de la population (Bougouin, 2015). En milieu scolaire, s'ajoute à cela les classes multi-niveaux qui sont de plus en plus courantes de nos jours. Ces dernières présentent en effet de réels avantages, qui ont pu être observés au cours de ce stage : elles permettent de pousser certains élèves à haut potentiel à aller au-delà des compétences qu'ils sont censés acquérir, et elles aident également

à valoriser les élèves en difficulté. Cette diversité grandissante au sein des classes oblige toutefois les professeurs à revoir leur pratique d'enseignement (Subban, 2006) pour s'adapter à chacun. La pédagogie différenciée semble être une réponse à cette problématique. Il s'agit en quelque sorte d'une éducation sur mesure, prenant en compte la spécificité de l'élève mais également celle de l'enseignant (Subban, 2006).

Pour s'adapter aux différentes manières de voir le monde et de travailler des élèves, et ainsi les aider à progresser, il convient de mettre en place des outils appropriés (Bougouin, 2015). Premièrement, la difficulté de la tâche à accomplir doit varier en fonction de l'élève, que ce soit au sein d'un même niveau ou non. Il est également intéressant pour les enfants de changer d'activité ou de modalité au cours d'une séance, cela permet de conserver leur attention. Un travail individuel peut ainsi passer à un travail par deux, puis finir sur une mise en commun avec l'ensemble de la classe et un échange avec le professeur : il s'agit de varier les situations d'apprentissage. Pour les élèves en difficulté, il est nécessaire de différencier l'étayage, c'est-à-dire l'aide apportée par l'instituteur, par exemple dans l'énonciation des consignes qui sera adapté en fonction de l'élève auquel on s'adresse. De même, un temps plus ou moins variable sera accordé en fonction des enfants, et différents niveaux d'exigence seront établis sur le travail attendu. Ces dispositifs éviteraient de baser l'accompagnement de ces élèves sur la simple intervention de l'enseignant (Tardif, 2005).

Cette pédagogie différenciée permettrait aux enfants de travailler à leur propre rythme, mais elle propose également de repenser la structure de la classe dans son ensemble (Subban, 2006). Ce mode d'enseignement considère la classe comme une communauté qui ne peut fonctionner que si chacun s'investit dans l'apprentissage. Tous les élèves possèdent des capacités et des raisonnements différents qui peuvent apporter à l'ensemble de la classe. Les écoliers sont donc tous en mesure d'en tirer des avantages : c'est un processus au bénéfice de tous (Subban, 2006). La classe est un environnement au sein duquel chaque élève peut employer ses singularités pour tirer l'ensemble vers le haut.

Pour appliquer cette pédagogie, il convient de bien connaître le niveau des enfants au sein de la classe concernée, ainsi que l'origine de leurs difficultés afin de pouvoir les surmonter (Tardif, 2005). Il ne s'agit pas non plus d'installer ce mode travail de façon ponctuelle, lors d'un exercice ou d'une évaluation, il faut le mettre en place en permanence pour les élèves qui en ont besoin.

Après seulement quelques semaines passées au sein de l'établissement, et malgré une volonté d'adapter au maximum le contenu de la séquence à chacun, le résultat ne fut pas idéal. De par la faible connaissance du métier de professeur des écoles et du manque l'expérience qui l'accompagne, il s'est avéré compliqué de bâtir une séquence selon le modèle DiPHTeRIC tout en répondant aux nécessités de chaque enfant.

V. Conclusion

La démarche d'investigation a été mise en place afin de résoudre les problèmes de désaffection de jeunes pour les sciences (Rocard, 2007) . Ce cheminement scientifique est en effet adapté aux élèves d'école primaire, en particulier ceux d'école élémentaire, pour l'apprentissage des sciences. En partant de l'observation du monde qui les entoure, les enfants accroissent leur pensée critique et développent leur esprit scientifique. Puisque ce sont eux qui initient les investigations, les élèves comprennent ce qu'ils ont appris, cela évite un apprentissage superficiel. Ils distinguent également les faits scientifiques établis de leurs propres opinions. Au sein de l'organisme d'accueil, les classes sont assez hétérogènes, que ce soient en termes de niveaux ou de difficultés des élèves. La démarche d'investigation scientifique est accessible à tous les enfants, en revanche, il est important de l'accompagner d'autres pédagogies pour pallier aux besoins de chaque élève dans des milieux aussi diversifiés. La pédagogie différenciée se décline en divers outils d'apprentissage permettant au professeur d'enseigner à une grande variété de profils (Subban, 2006). Cette différenciation semble être l'élément complémentaire à mettre en place afin d'assurer un apprentissage des sciences adapté à tous les élèves. Il paraîtrait intéressant d'appliquer une même démarche d'investigation à une classe davantage homogène en termes de niveaux par exemple, ou de réitérer ce modèle au sein d'une classe similaire en soutenant avec plus d'insistance l'aspect de différenciation de l'enseignement.

Références bibliographiques

- baleine à bosse, n.d. Retrieved from <http://flaky.centerblog.net/1161-baleine-a-bosse--baleine-bleue>
- Beorchia F., & Boilevin J.-M., 2009. Enseignement scientifique et technologique dans la scolarité obligatoire. *Aster*, 49, 9-24. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01066552>
- Bisault J., & Berzin C, 2009. Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire. *Éducation et Didactique*, 3(2), 77-99. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.510>
- Boilevin J.-M., 2013. La place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences. In Michel Grangeat (Ed.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation* (p. 978). Presses universitaires de Grenoble.
- Bougouin M., 2015. *Comment mettre en place une pédagogie différenciée, à partir de l'hétérogénéité des élèves en vue de la réussite de tous et de chacun ?* Ecole supérieure du professorat et de l'éducation, Académie de Nantes. Retrieved from <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01241314/document>
- Bradford A., 2017. Deductive Reasoning vs. Inductive Reasoning. Retrieved from <https://www.livescience.com/21569-deduction-vs-induction.html>
- Cariou J.-Y., 2002. La formation de l'esprit scientifique - trois axes théoriques, un outil pratique : DiPHTeRIC. *Biologie-Géologie*.
- Cariou, J.-Y., 2009. *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences*. Thèse, Université de Genève. Retrieved from <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00521174/fr/>
- Chanay G., n.d. *Comment mettre en place une pédagogie différenciée au sein d'une classe afin d'assurer les apprentissages auprès de chaque enfant ?* IUFM de Dijon. Retrieved from https://www2.espe.u-bourgogne.fr/doc/memoire/mem2006/06_05STA00730.pdf
- Classification du vivant : une séquence toute prête au cycle 3. (n.d.). Retrieved from https://www.ac-paris.fr/serail/jcms/s1_860267/fr/classification-du-vivant-une-sequence-toute-prete-au-cycle-3
- Des illusions à l'épistémologie de l'investigation. (n.d.). Retrieved from <https://www.andregiordan.com/investigation/investigationsociete.htm>
- Elephant, n.d. Retrieved from <https://dribbble.com/shots/2518992-Olivia-Knapp-Folio>
- Eurydice, 2011. L'enseignement des sciences en Europe politiques nationales, pratiques et recherche. *Programme de l'Union Européenne Dans Le Domaine de l'éducation et de La*

Formation Tout Au Long de La Vie. Retrieved from http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133FR.pdf

Expert Group on Science Education, 2015. *Science Education for Responsible Citizenship. Directorate-General for Research and Innovation Science with and for Society.* <https://doi.org/10.2777/12626>

Giordan A., 1976. *Rien de sert de courir, il faut partir à point. Une pédagogie pour les sciences expérimentales.* Thèse, Université de Paris V - Paris VII.

homme, n.d. Retrieved from <https://www.istockphoto.com/fr>

La Carbona A.-L., 2016. *La démarche d'investigation en sciences à l'école élémentaire : analyse comparative des finalités de l'enseignement des sciences et de la place accordée à la démarche d'investigation dans les programmes de 2002 à ceux de 2015.* Ecole supérieure du professorat et de l'éducation, Languedoc-Roussillon. 56 p. Retrieved from <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01380251/document>

Le monde animal : classification simplifiée, n.d. Retrieved from <http://tnregneanimal.tableau-noir.net/pages10/classificationtableau.html>

Pieuvre blanche, n.d. Retrieved from https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/Eledone_cirrrosa_Merculiano.jpg

Quelle science à l'école primaire ?, n.d. Retrieved from <http://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/astep/PDF/quelle-science-a-lecole-primaire.pdf>

Remplacer OHERIC par DiPHTeRIC ?, n.d. Retrieved from https://www.ac-paris.fr/serail/jcms/s2_856725/fr/remplacer-oheric-par-diphtheric

Rocard M. (président), 2007. L'enseignement scientifique aujourd'hui: Une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe. *Reproduction.* Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf

Saltiel E., 2005. La démarche d'investigation, comment faire en classe ? | Le site de la Fondation La main à la pâte. Retrieved from <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-demarche-dinvestigation-comment-faire-en-classe>

Subban P., 2006. Differentiated instruction: A research basis. *International Education Journal.* <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04074.x>

Tardif N., 2005. La pédagogie différenciée au service de l'apprentissage. *Vie Pédagogique.* Retrieved from <https://www4.ac-nancy-metz.fr/ia54-circos/ientoul/sites/ientoul/IMG/pdf/differencier.pdf>

Annexes

Semaine du 12 mars					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de PS - MS (Mme Duriez)
Après-midi (13h45 – 16h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)

Annexe 1. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 1

Semaine du 19 mars					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de PS - MS (Mme Duriez)
Après-midi (13h45 – 16h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)

Annexe 2. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 2

Semaine du 26 mars					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de PS - MS (Mme Duriez)	Classe de PS - MS (Mme Duriez)
Après-midi (13h45 – 16h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)

Annexe 3. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 3

Semaine du 2 avril					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de PS - MS (Mme Duriez)
Après-midi (13h45 – 16h15)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)

Annexe 4. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 4

Semaine du 23 avril					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de PS - MS (Mme Duriez)
Après-midi (13h45 – 16h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)

Annexe 5. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 5

Semaine du 30 avril					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de PS - MS (Mme Duriez)
Après-midi (13h45 – 16h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)

Annexe 6. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 6

Semaine du 7 mai					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)				
Après-midi (13h45 – 16h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)				

Annexe 7. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 7

Semaine du 14 mai					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin (8h45 – 12h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de PS - MS (Mme Duriez)
Après-midi (13h45 – 16h15)	Classe de GS - CP (Mme Robert)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)		Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Eyharts)	Classe de CE1 - CE2 CM1 - CM2 (Mme Fredou Lafitte)

Annexe 8. Emploi du temps de la stagiaire durant la Semaine 8

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	Semaine 8
Bibliographie								
Observations des classes								
Construction du plan								
Élaboration des séances								
Encadrement des séances								
Analyse des résultats								
Rédaction								

Annexe 9. Calendrier de la répartition des différentes tâches effectuées au cours du stage

Résumé

Un renouvellement des modes d'enseignement des sciences, qui ne seraient alors plus à l'ordre du jour, donne naissance à la démarche d'investigation. L'objectif de ce rapport est d'étudier si cette méthode est adaptée aux élèves d'école primaire dans le cadre d'un apprentissage scientifique. A l'école, peu de temps est accordé aux sciences, il est donc d'autant plus important que lors des créneaux qui leur sont consacrés l'enseignant mette tout en œuvre pour provoquer l'intérêt des élèves. La démarche d'investigation s'appuie sur un raisonnement hypothético-déductif, permettant aux écoliers de proposer des hypothèses d'après une problématique établie sur des observations du quotidien ainsi que sur leurs connaissances, et de tester celles-ci pour aboutir à une généralisation. Le cheminement établi dans cette étude suit le modèle d'investigation DiPHTeRIC, raisonnement non linéaire donnant lieu à une multitude de possibilités de sauts créatifs de la part des enfants, et ayant une approche pluridisciplinaire. L'élaboration d'une séquence de biologie sur « La classification des animaux », a été mis en place en suivant ce modèle au sein d'une classe d'élémentaire multi-niveaux. La démarche d'investigation a permis de susciter un raisonnement chez l'élève, basé sur un enchaînement d'éléments logiques qui l'amèneront à construire son bagage scientifique. Elle permet de développer des aptitudes complémentaires aux sciences, et offre également la possibilité de mettre en jeu les deux esprits scientifiques de l'élève : l'esprit créatif et l'esprit de contrôle. Toutefois, au sein de classes hétérogènes, il convient d'accompagner cette méthode d'apprentissage d'une pédagogie différenciée afin de répondre aux nécessités de tous les élèves.

Mots clés :

- Démarche d'investigation
- Raisonnement hypothético-déductif
- Élève
- Sciences
- Pédagogie
- Esprit scientifique