



HAL
open science

En quoi l'évaluation formative peut-elle rendre explicite le cheminement lors de la démarche d'investigation scientifique ?

Carole Corbet

► To cite this version:

Carole Corbet. En quoi l'évaluation formative peut-elle rendre explicite le cheminement lors de la démarche d'investigation scientifique ?. Education. 2016. dumas-01428817

HAL Id: dumas-01428817

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01428817>

Submitted on 6 Jan 2017

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 2015-2016

Diplôme universitaire *Métiers de l'enseignement, de l'éducation
et de la formation*

Mention *Premier degré*

En quoi l'évaluation formative peut-elle rendre explicite le cheminement lors de la démarche d'investigation scientifique ?

Écrit scientifique réflexif encadré par Carole CORBET
Partie rédigée en collaboration avec Stéphane BOULEY

Écrit scientifique réflexif encadré par Isabelle SARRADE

Attestation de non-plagiat

Je soussigné(e) (Prénom NOM)

..... *Carole CORBET*

Auteur du mémoire de master 2 ou de l'écrit scientifique réflexif MEEF-PE / MEEF-SD / MEEF-EE (entourez la mention et indiquez le titre du mémoire)

En quoi l'évaluation formative peut-elle rendre explicite le cheminement lors de la démarche d'investigation scientifique

déclare sur l'honneur que ce mémoire est le fruit d'un travail personnel, que je n'ai ni contrefait, ni falsifié, ni copié tout ou partie de l'œuvre d'autrui afin de la faire passer pour mienne.

Toutes les sources d'information utilisées et les citations d'auteur ont été mentionnées conformément aux usages en vigueur.

Je suis conscient(e) que le fait de ne pas citer une source ou de ne pas la citer clairement et complètement est constitutif de plagiat, que le plagiat est considéré comme une faute grave au sein de l'Université, pouvant être sévèrement sanctionnée par la loi.

Fait à *Chambéry*,
le *17 mai 2016*

Signature de l'étudiant(e)



Autorisation de diffusion électronique d'un mémoire de Master 2 MEEF dans la base DUMAS¹

Autorisation de l'étudiant(e)

Le soussigné(e)..... Carole CORBET

Auteur et signataire du mémoire de niveau Master 2, intitulé :

En quoi l'évaluation formative peut-elle rendre explicite le cheminement lors de la démarche d'investigation scientifique ?

agissant en l'absence de toute contrainte,

autorise

n'autorise pas ²

Le Service Interétablissement de Documentation de l'Université Grenoble Alpes-Grenoble INP à le diffuser, sans limitation de temps, sur la base DUMAS en texte intégral.

- Je certifie la conformité de la version électronique déposée avec l'exemplaire imprimé remis au jury.
- Je m'engage à signaler les documents pour lesquels je ne détiens pas les droits de reproduction et de représentation ou les autorisations afférentes. Ces documents devront être masqués ou retirés de la version diffusée sur la base DUMAS par les auteurs.
- La présente autorisation de diffusion n'a pas de caractère exclusif. L'auteur conserve par conséquent toutes les possibilités de cession de ses droits et de diffusion concomitante de son mémoire.
- Je renonce à toute rémunération pour la diffusion effectuée dans les conditions précisées ci-dessus.
- Conformément à la loi « informatiques et libertés » du 6 janvier 1978, modifiée en 2004, je pourrai à tout moment modifier cette autorisation de diffusion par simple lettre ou courriel à la BUPE : membupe@univ-grenoble-alpes.fr

Fait à Chambéry le 17 mai 2016

Signature de l'étudiant(e),
Précédée de la mention « bon pour accord »

Bon pour accord


¹ La base DUMAS (Dépôt Universitaire des Mémoires Après Soutenance) est en accès libre à l'adresse : <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/>
NB : le mémoire sera diffusé sur Dumas si la note obtenue pour l'écrit est supérieure ou égale à 16/20 et si l'auteur et le responsable de mémoire en donnent l'autorisation

² Entourer la mention choisie

Table des matières

1.Introduction	4
2. État de l'art	5
2.1. La démarche d'investigation	5
2.1.1.Les spécificités d'une démarche	5
2.1.2.Historique : de la méthode expérimentale à de la démarche d'investigation.....	6
2.1.3.Principe de la démarche d'investigation.....	6
2.1.4.Guider pour accompagner l'apprenant dans la démarche d'investigation	8
2.1.5.Synthèse de la démarche expérimentale	9
2.2.L'évaluation formative	9
2.2.1.Quelle forme d'évaluation ? Dans quel but ?	9
2.2.2.Les mécanismes de l'évaluation formative.	10
2.2.3.Synthèse sur l'évaluation formative.....	12
2.3.Formulation de la problématique	12
3.Méthodologie	14
3.1.Présentation de nos classes	14
3.1.1.Effectif des classes et environnement social	14
3.1.2.Niveau des classes en sciences.....	15
3.2.Choix d'une séquence commune pour l'expérimentation	16
3.3.Choix des outils	17
3.3.1.Tableau du déroulement de la démarche d'investigation	17
3.3.2.Pourquoi un protocole croisé ?.....	19
3.4.1.Séance sur les notions solubles et non soluble.....	20
3.4.2.Séance sur les notions de miscible et non miscible	21
3.4.3.Évaluation finale des séances.....	22
4.Résultats	23
4.1.Résultats de la classe A	23
4.1.1.Tableau de notes de la classe A	24
4.1.2.Répartition des élèves de la classe A selon leur note.	25
4.2.Résultats de la classe B	25
4.2.1.Tableau de notes de la classe B.....	26
4.2.2.Répartition des élèves de la classe B selon leur note.....	27
4.3.Statistiques tirées des résultats obtenus à l'évaluation finale	28
4.3.1.Comparaison des totaux des deux classes lors des deux séances.....	28
4.3.2.Calcul de l'écart type.....	28
4.3.3.Tableaux récapitulatifs de la moyenne et de l'écart type.....	30
5.Discussion	30
5.1.Re-contextualisation	30

5.2. Interprétation des résultats	31
5.2.1. Comparaison raisonnable de nos deux classes	31
5.2.2. Comparaison de la difficulté des séances	32
5.2.3. Comparaison des résultats pour la classe A	32
5.3. Limites et perspectives	34
5.3.1. Critiques	34
6. Conclusion	36
ANNEXE N°1 Evaluation témoin : volcans et séismes	37
ANNEXE N°2 Séquence « mélanges et solutions »	39
Bibliographie	40

1.Introduction

Depuis septembre 2015, j'enseigne dans une classe de CE2 à Épagny en Haute-Savoie. Professeur des écoles, j'enseigne avec passion toutes les matières. Il est très intéressant de voir les diverses interactions que chaque domaine peut avoir avec les élèves. La diversité des élèves engendre une grande disparité de leurs réceptivités face aux contenus et à la manière de les transmettre.

Notre rôle de rendre les élèves autonomes et critiques dans leurs réflexions devient un enjeu majeur de notre société ; afin d'être armés d'un pouvoir réflexif à défaut d'autres armes opportunistes. Pour ce faire nous devons leur donner des outils permettant une réflexion autonome. Les instructions officielles de 2008 recommandent l'acquisition des connaissances et des compétences dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique. L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation présuppose que les élèves comprennent réellement ce qu'ils apprennent et ne se limitent pas à apprendre des contenus et des informations. Se servir des sciences pour affûter au mieux l'assimilation de la démarche d'investigation. Après plusieurs devoirs il nous est apparu que nos élèves de CE2 avaient du mal à faire le lien entre des hypothèses de départ, des manipulations et les résultats de la recherche. Nous nous sommes alors questionnés sur l'amélioration de cette démarche. Comment faire pour que les élèves fassent des liens entre manipulation et savoir savant ? L'évaluation formative sous forme de feedback nous est apparue comme un outil pertinent à ce problème.

En quoi l'évaluation formative peut-elle rendre explicite le cheminement lors de la démarche d'investigation?

Dans un premier temps nous ferons un état de l'art sur la démarche d'investigation puis sur l'évaluation formative. Ensuite nous imaginerons, mettrons en place puis analyserons un protocole afin de vérifier si une évaluation formative peut être un atout à la pratique de la démarche d'investigation pour nos élèves de CE2.

2. État de l'art

2.1. La démarche d'investigation

La démarche d'investigation constitue notre contexte de recherche et il nous apparaît alors important d'en définir les caractéristiques et d'essayer d'en comprendre les contours.

2.1.1. Les spécificités d'une démarche

Dans le processus d'apprentissage il existe plusieurs terminologies désignant les différentes possibilités tenues à la disposition des apprenants pour l'acquisition de connaissances. Ils peuvent s'appuyer sur un apprentissage systématique de données à restituer lorsqu'elles sont identifiées au moment de la mise en pratique. Ils peuvent aussi se reposer sur une méthode, qui est selon le Larousse un « ensemble ordonné de manière logique de principes, de règles, d'étapes, qui constitue un moyen pour parvenir à un résultat ». C'est un système linéaire où les étapes doivent être validées successivement et dont l'aboutissement répond à une attente déterminée. On peut par exemple citer la division posée où l'élève identifie l'opération puis il suit scrupuleusement l'une des méthodes apprises pour arriver à trouver le quotient et le reste. Il existe la démarche qui, toujours selon le Larousse est une « manière de conduire un raisonnement, de progresser vers un but par le cheminement de la pensée ». La démarche est donc un outil moins linéaire, la notion de progression est centrale et avec elle se trouve la notion de construction. Dans le cadre d'une démarche les savoirs et les apprentissages sont construits au fur et à mesure de la réflexion de l'apprenant. Une démarche prend en compte les essais de l'apprenant, c'est-à-dire non seulement ses réussites mais également ses échecs et les mécanismes de pensée qu'il a utilisés. La nature même d'une démarche demande des feedbacks permanents pour continuer et progresser, si l'apprenant n'a pas de moyen de savoir si ce qu'il a mis en place a réussi ou a échoué il est dans l'incapacité de continuer sa démarche correctement. Il peut alors la poursuivre mais elle n'aura aucun sens et perdra ainsi toute sa valeur. La démarche est une façon active pour l'apprenant de s'approprier et de manipuler les savoirs

2.1.2. Historique : de la méthode expérimentale à de la démarche d'investigation

La démarche d'investigation telle qu'elle est généralement admise aujourd'hui est l'héritière de la « méthode expérimentale » décrite par Claude Bernard (1865, p.54) « Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale. 1° Il constate un fait ; 2° à propos de ce fait, une idée naît dans son esprit ; 3° en vue de cette idée, il raisonne, institue une expérience, en imagine et en réalise les conditions matérielles. 4° De cette expérience résultent de nouveaux phénomènes qu'il faut observer, et ainsi de suite. ». La plupart des éléments constitutifs de la démarche d'investigation sont déjà présents, la réflexion et l'analyse de l'expérimentateur sont au cœur du processus. Au cours des années 70 émerge l'acronyme OHERIC, pour Observation, Hypothèse, Expérience, Résultat, Interprétation, Conclusion, afin de préciser le déroulement de la démarche d'investigation. Un cadre parfois jugé trop rigide, trop idéalisé, pour être utile, comme André Giordan (1999, p.49) qui estime que « jamais ne on a pu expérimenter de la sorte dans un laboratoire ». Pour Giordan (1999, p.49) il faut faire attention car le principe OHERIC est une réorganisation a posteriori du travail du chercheur et qu'il ne peut donc pas restituer totalement la richesse des processus mis en œuvre dans la démarche d'investigation. Dans les textes officiels de l'Éducation Nationale la notion de démarche d'investigation apparaît pour la première fois dans le bulletin officiel du 14 février 2002 avant d'être précisée dans le bulletin officiel du 19 juin 2008 où il est dit que la démarche d'investigation « développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique. ». Le nouveau socle commun de connaissances, de compétences et de culture du 23 avril 2015 instaure clairement la maîtrise de la démarche d'investigation comme un objectif primordial concernant la maîtrise des systèmes naturels et des systèmes techniques. On le voit, la démarche d'investigation devient un véritable enjeu à part entière de l'enseignement.

2.1.3. Principe de la démarche d'investigation

Afin de délimiter le cadre de la démarche d'investigation dans le contexte pédagogique nous pouvons nous appuyer sur les écrits de Coquide, Fortin et Rumelhard (2009, p.3) « En 2001, le groupe technique associé au Comité de suivi du Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école présente un texte intitulé « Repères

pour la mise en œuvre d'une démarche répondant au schéma : du questionnement à la connaissance en passant par l'expérience ». Les divers aspects d'une démarche, désignée comme « démarche expérimentale d'investigation », y sont structurés selon deux principes : unité et diversité. Le principe d'unité s'appuie sur une continuité entre le questionnement initial des élèves, l'investigation réalisée pour y répondre et l'acquisition des connaissances et des savoir-faire. Le principe de diversité recommande de ne pas se limiter à la seule investigation expérimentale, mais d'explorer d'autres modalités d'investigation ». Les auteurs ne présentent pas la démarche d'investigation sous la forme d'étapes mais de « moments-clés » afin de restituer les procédures et les processus à l'œuvre. Ainsi selon Coquide et al. (2009, p.3 et 4) on peut identifier ainsi cinq moments-clés qui constituent le cœur de la démarche d'investigation.

« – le choix de la situation de départ (par le professeur) ;

– la formulation du questionnement des élèves ;

– l'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation pour valider/invalidier ;

– l'investigation conduite par les élèves (expérimentation, recherche documentaire, etc.) ;

– l'acquisition et la structuration des connaissances (sous la conduite du professeur). »

On retrouve dans cette description des repères qu'il est important de faire identifier et comprendre aux élèves pour qu'ils s'approprient la démarche d'investigation. Dans ce cadre le protocole expérimental n'est pas imposé, c'est aux élèves de l'imaginer mais il faut aussi veiller à ce qu'ils soient en position de penser le protocole expérimental en fonction de la situation de départ.

Le plus difficile dans la démarche d'investigation est de faire les liens et les corrélations entre les différentes étapes et manipulations et dans le cadre de l'école primaire les élèves ne peuvent pas être laissés seuls face à une telle tâche. C'est pourquoi la question de la place de l'enseignant dans l'acquisition de la démarche d'investigation doit maintenant être posée.

2.1.4. Guider pour accompagner l'apprenant dans la démarche d'investigation

Si la réflexion et le cheminement des élèves sont au centre du fonctionnement de la démarche d'investigation cela ne veut pas dire qu'ils sont livrés à eux-mêmes pour autant, en effet Coquide et al. (2009, p.4) prennent soin de préciser que l'enseignant à un rôle à jouer. En plus de choisir la situation de départ pour motiver ses élèves, le professeur est là pour les guider et pour « la sélection de leurs questions, en fonction des objectifs de connaissances et de compétences visés par le programme ». Amorcer la réflexion est donc un point névralgique auquel il faut être particulièrement attentif puisque le but, comme le rappellent Giordan et De Vecchi (2000, p.154), est de « placer les élèves au cœur du processus d'apprentissage » et pour y arriver il est impératif de « leur fournir les moyens d'avancer en suivant leur propre cheminement ». Le rôle de l'enseignant est central afin de lever les obstacles et de s'assurer que l'élève est en capacité d'analyser s'il met vraiment à l'épreuve ses conceptions pour vérifier si elles sont erronées ou avérées. La difficulté de l'exercice est bien évidemment dans le dosage de l'intervention, le guidage doit être à la fois subtil et clair. En plus de l'enseignant, l'élève peut également s'appuyer sur ses pairs pour s'approprier la démarche d'investigation. Pour Giordan et De Vecchi (2000, p.149) c'est même une dimension très importante puisque « à partir du moment où il y a divergence, cela favorise l'émission d'hypothèses qui peuvent être à l'origine d'une démarche de recherche ». La confrontation des idées peut et doit donc se réaliser selon plusieurs axes. Pour eux, « cela l'amène parallèlement à abandonner certaines conceptions fausses quand il se trouve placé face à des arguments qu'il ne peut réfuter ou quand il se rend compte que son propre raisonnement conduit à une impasse. » Ainsi, mettre l'élève dans une position de contradicteur ou d'investigateur vis-à-vis des idées de ses camarades le disposera mieux par la suite à reprendre cette position de contradicteur et d'investigateur vis-à-vis de ses propres hypothèses confirmées ou non par le protocole expérimental. Giordan et De Vecchi (2000, p.150) prennent soin de rappeler aussi que cette confrontation entre pairs n'a pas qu'une seule fonction puisqu' « Elle permet aussi de développer certains objectifs d'attitudes (créativité, pensée critique, autonomie, socialisation...). » Ils précisent aussi que lors d'un débat avec un pair, la prise en considération de l'avis de l'autre n'est pas la seule dimension de l'échange et que « la consolidation des connaissances par auto-structuration semble, elle aussi fondamentale. Quand un élève défend une idée, il doit chercher des arguments, il doit affiner sa représentation, il consolide ainsi son savoir si son idée est valable. » L'élève doit ainsi développer un argumentaire pour défendre

son hypothèse, lui donnant ainsi des pistes de recherches et le mettant d'emblée dans les bonnes dispositions pour poursuivre la démarche expérimentale.

2.1.5. Synthèse de la démarche expérimentale

En conclusion, il nous est apparu que l'un des pivots essentiels pour la bonne maîtrise de la démarche d'investigation est le guidage des apprenants. Il y a un point d'équilibre à trouver entre laisser les élèves essayer, découvrir, manipuler et déduire par eux-mêmes et s'assurer qu'ils ne dispersent pas leurs efforts dans la mauvaise direction. Afin qu'ils s'approprient le mieux possible cette démarche d'investigation, et que son utilisation puisse être réutilisée par la suite pour l'acquisition de différents savoirs, nous avons décidé de mettre en place un mécanisme d'évaluation formative. L'évaluation formative va donc occuper la seconde partie de cet état de l'art.

2.2. L'évaluation formative

L'évaluation est un outil indispensable pour voir dans quelle mesure les séquences mises en œuvre ont permis aux élèves de progresser. La question que nous nous posons c'est comment faire pour que cette évaluation soit au service des apprentissages ? Pour y répondre il convient donc de recenser les différentes formes d'évaluation ainsi que leurs différents mécanismes.

2.2.1. Quelle forme d'évaluation ? Dans quel but ?

L'enseignement ne va pas sans l'évaluation, procédé permettant aux différents acteurs (enseignants mais aussi apprenants) d'un projet pédagogique de se situer, de mesurer ses acquis, ses progrès et aussi sa marge de progression. Derrière cette ligne directrice et le terme d'évaluation en lui-même se cachent en réalité plusieurs questions et problématiques : qu'est-ce qu'on évalue ? Quand ? À l'aide de quel moyen ? Par rapport à quoi ? Des questions qui n'appellent pas que des réponses simples. À ces questions se rajoute une difficulté particulière à l'évaluation formative qui est, comme le soulignent Paul Black et Dylan William (1998, p.32), une appellation pas toujours unanimement reconnue dans les ouvrages parlant de

l'évaluation en classe. C'est pourquoi il est important là aussi de poser le cadre de réflexion. Afin de nous y aider nous allons nous reposer sur les travaux de Rey, Carette, DeFrance et Kahn (2006, p.37 et 38) qui listent et décrivent les différents types d'évaluation :

- Sommative : qui intervient « après un ensemble de tâches d'apprentissage constituant un tout » afin d'établir un bilan terminal.

- Certificative : qui consiste en une « appréciation (et une sanction) publique communiquée par l'intermédiaire de documents « officiels » ou « reconnus » : diplômes, certificats, attestations d'admissibilité. »

- Diagnostique : qui désigne « le processus qui vise à identifier les relations éventuelles entre facteurs [...] susceptibles d'avoir une incidence privilégiée sur l'apprentissage ».

- Formative : qui revêt « un caractère privé, sorte de dialogue particulier entre l'éducateur et l'élève dont l'objet porte moins sur le contenu particulier de la réponse [...] que sur les attitudes à adopter pour faciliter l'apprentissage ou les dispositions à prendre pour prévenir les difficultés ».

L'évaluation a plusieurs finalités, en posant chaque définition il nous est plus facile d'identifier les contours de l'évaluation formative afin de cibler l'objet de la discussion. Black et William (1998, p.31) précisent également que l'évaluation formative concerne autant le positionnement de l'élève par rapport à ce qu'il lui reste à accomplir que son positionnement par rapport à ce qu'il a déjà appris. L'outil n'est donc pas utile uniquement pour l'enseignant, c'est aussi un précieux atout pour l'apprenant. Dans l'optique de créer les meilleures conditions possibles d'apprentissage, l'évaluation formative apparaît comme un dispositif essentiel. En plus de ces grandes orientations il faut maintenant s'intéresser aux mécanismes à l'œuvre dans ce type d'évaluation ainsi qu'aux différents moyens pour la mettre en place.

2.2.2. Les mécanismes de l'évaluation formative.

La mise en place d'une évaluation formative se fait donc pour aider l'enseignant à ajuster la progression d'apprentissage selon le rythme d'acquisition de ses élèves et aussi pour aider les apprenants à se situer dans cette même progression. Cette logique rejoint un point souligné par Black et William (1998, p.19) qui citent les résultats de Bangert-Drowns, et al. (1991) portant sur le recouplement de 40 études sur la corrélation entre les effets des évaluations et leurs fréquences. Il en ressort qu'il y a bien corrélation entre performances des élèves et la fréquence des tests jusqu'à un certain point. Lorsque ces évaluations sont trop fréquentes (d'une à deux par semaine) on observe, toujours selon cette analyse, en revanche un effet négatif sur les performances des apprenants. Black et William (1998, p19) parlent aussi du fait que des petites évaluations répétées sont plus efficaces pour l'acquisition des apprentissages qu'une seule grosse évaluation isolée. Ces travaux statistiques établissent l'utilité et donc la nécessité d'une évaluation formative dans les processus d'apprentissage ; c'est un véritable outil de soutien pédagogique. Dans le cadre de cette recherche ces travaux nous encouragent à augmenter la fréquence des évaluations, quitte à en utiliser pendant le déroulement principal de la démarche d'investigation. Black et William (1998, p12) parlent également de l'impact que peut avoir une évaluation formative pour certains élèves qui n'ont pas forcément de disposition naturelle à vouloir apprendre le plus de choses, des élèves qui « attendent que les choses se passent ». Pour ces élèves les auteurs soulignent l'importance pour le professeur de « reconstruire le contrat d'enseignement afin de contrecarrer ces habitudes. » Une reconstruction à laquelle peut participer l'évaluation formative en s'inscrivant dans un processus où « les tâches permettent à l'élève d'établir sa propre grille de référence grâce à des situations intéressantes, responsabilisantes, qui ont du sens et qui lui opposent un défi raisonnable. » Le but est de mettre les élèves dans un schéma de pensée où « les erreurs font partie de l'apprentissage. »

Pour que cette évaluation formative ait un véritable intérêt pour l'élève il faut qu'il y ait un feedback, une rétroaction de l'évaluation sur ce qui a été fait. Le feedback est un pivot important de l'efficacité de l'évaluation formative, R. Sadler (1989, p119) précise que « si cette information est simplement enregistrée, passée à une tierce personne qui soit manqué de connaissances pour l'exploiter soit n'est pas en position de changer le résultat, ou encore que cette information n'est pas suffisamment claire pour guider vers la bonne action, la boucle de

contrôle ne peut pas se refermer ». Cette boucle de contrôle dont parle Sadler est le processus à l'œuvre dans l'évaluation formative, il utilise le terme de boucle puisqu'elle démarre par l'élève pour revenir vers lui. C'est ainsi que Black et William (1998, p28) décrivent quatre éléments constitutifs du feedback :

« - Information sur le niveau actuel d'une compétence ;

- Information sur le niveau de référence ;

- Un mécanisme de comparaison de ces deux niveaux, générant des informations à propos de l'écart entre ces niveaux ;

- Un mécanisme permettant de donner une information sur la façon de combler cet écart. »

On le voit, la nature même des renseignements apportés par le feedback sur le niveau actuel de l'élève et sur le niveau attendu doit permettre de réduire l'écart entre ces deux niveaux. Par conséquent cet écart potentiel entre le niveau observé et le niveau attendu ne doit pas paraître infranchissable pour ne pas décourager l'apprenant qui doit être l'initiateur de l'action à mettre en œuvre pour combler cet écart. Si ce n'est pas le cas Black et William (1998, p33) précisent que le risque est que « l'élève va se contenter de suivre les prescriptions de son professeur sans en comprendre le but ou la raison » et de préciser qu'un élève qui reste dans cette mécanique « ne va pas apprendre. »

2.2.3. Synthèse sur l'évaluation formative

En conclusion, l'évaluation formative nous paraît être la forme d'évaluation la plus compatible avec, d'une part, la mise n'œuvre de la démarche d'investigation et avec, d'autre part, la volonté de renforcer l'acquisition des savoirs. En effet, il nous paraît important d'avoir une forme d'évaluation qui permette aux élèves de savoir plus précisément où ils en sont et de savoir également ce qui est attendu d'eux pour progresser. L'évaluation formative et la démarche d'investigation nous semblent également tout à fait compatibles puisqu'elles reposent toutes les deux sur une réflexion de l'apprenant sur son apprentissage. Les feedbacks nécessaires au fonctionnement de l'évaluation formative semblent donc pouvoir s'intégrer de

façon transparente dans la progression de la démarche d'investigation.

2.3. Formulation de la problématique

Suite à l'analyse des différentes notions abordées précédemment nous retenons les points suivants pour construire notre étude : la démarche d'investigation n'est pas simplement un outil pour acquérir des connaissances mais elle constitue un apprentissage en soi. L'appropriation et la bonne utilisation de cette démarche d'investigation nécessitent un équilibre entre le cheminement de l'élève dans sa propre réflexion face à une situation problème et le guidage de ce même élève. L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation présuppose que les élèves comprennent réellement ce qu'ils apprennent et ne se limitent pas à apprendre des contenus et des informations. Ayant déjà pratiqué dans nos classes de CE2 la démarche d'investigation pour répondre à une question scientifique donnée, nous avons pu observer que le lien entre le questionnement, l'expérimentation et le résultat n'étaient pas spontanés chez la plupart de nos élèves. Or, dans la démarche d'investigation, ce lien est primordial. Nous admettons qu'apprendre les sciences en classe de CE2 à l'aide d'une démarche d'investigation permet à l'élève d'enrichir son questionnement, de s'interroger plus efficacement lors des différentes situations problèmes proposées en classe et donc de structurer sa réflexion. Mais lors de la mise en place de cette démarche, nous avons pu remarquer que même si l'élève se questionne, confronte ses idées avec ses pairs, expérimente, il peut oublier après toutes ces étapes de modifier ou confirmer ses représentations initiales. En effet l'étape de « structuration des connaissances et la confrontation des résultats au savoir savant », décrite par R. Tavernier (2009), nous semblait être une étape très détachée du questionnement initial.

Notre question est donc : comment améliorer la mise en œuvre de cette étape pour des élèves de CE 2 ?

Nous avons donc fait l'hypothèse qu'ajouter une étape d'évaluation formative à la démarche d'investigation pouvait aider nos élèves à faire ce lien car Giordan (1999) affirme que l'élève « doit tisser des liens entre ses idées, s'appuyer sur des modèles existants, éventuellement, il doit pouvoir mobiliser le savoir dans d'autres situations et prendre le temps, à certains moments, de réfléchir sur ce qu'il a fait. »

3. Méthodologie

Afin de vérifier notre hypothèse le protocole décrit dans les paragraphes qui suivent a été mis en place dans deux classes de CE2. Le but est ici de croiser les données et ainsi de vérifier que les changements et améliorations soient bien imputables au protocole et non uniquement à une simple question de familiarisation des élèves avec l'utilisation de la démarche d'investigation.

3.1. Présentation de nos classes

La recherche a été menée en parallèle sur nos deux classes. Nous avons chacun une classe de CE2. Le choix a été fait de mener la recherche sur deux classes pour avoir des points de comparaison entre des situations sans notre outil d'évaluation formative et des situations utilisant cet outil.

3.1.1. Effectif des classes et environnement social

La première classe est située à Épagny en Haute-Savoie, elle compte 24 élèves (aucun élève redoublant, un élève ayant un an d'avance). L'école compte 500 élèves environs. C'est une école privilégiée de par sa situation géographique, et les élèves de cette classe sont en majorité très bien suivis à la maison. Nous l'appellerons **classe A**.

La deuxième est située à Alby-sur-Chéran, elle compte 24 élèves (Aucun élève redoublant, un élève en grande difficulté qui va être orienté en ULIS). C'est une école plutôt privilégiée de 230 élèves, le suivi des parents de cette classe est correct. Nous l'appellerons **classe B**.

3.1.2. Niveau des classes en sciences

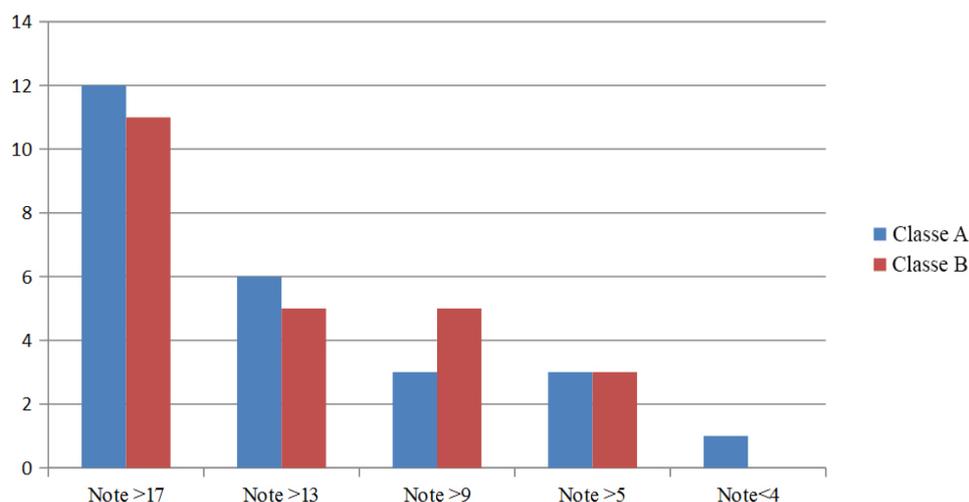
Au-delà de la proximité géographique, du niveau d'enseignement et du nombre d'élèves nous avons voulu vérifier que le niveau des élèves était suffisamment équivalent pour qu'une étude comparative puisse être menée. Il a ainsi été décidé de mener une évaluation commune aux deux classes dans le domaine des sciences. C'est une évaluation sommative venant conclure un cycle d'apprentissage sur les volcans. Cette évaluation est proposée en annexe 1. La classe A note en gamme de couleurs : noir (la meilleure note), orange, bleu, jaune et rouge (la moins bonne note). La classe B utilise une notation en validation d'acquis : A (acquis), A- (Acquis mais avec quelques erreurs), VA (En cours d'acquisition), VA- (en cours d'acquisition mais encore des erreurs), NA (Non-acquis). Les deux systèmes de notation ont donc 5 échelons, c'est pourquoi nous avons pu faire une équivalence directe afin de comparer les résultats des deux classes à l'évaluation. Les résultats ont été les suivants :

Notation : 20/20 , 19/20 , 18/20 , 17/20 □ pour classe A et A pour classe B
 16/20 , 15/20 , 14/20 , 13/20 □ pour classe A et A- pour classe B
 12/20 , 11/20 , 10/20 , 9/20 □ pour classe A et VA pour classe B
 8/20 , 7/20 , 6/20 , 5/20 □ pour classe A et VA- pour classe B
 ≤ 4/20 □ pour classe A et NA pour classe B

Résumé des résultats pour la classe A et la classe B sur la séance témoin du niveau général : les volcans

Tableau et graphique : volcan

	A	A-	VA	VA-	NA
Nbr élève	12/24	6/24	3/24	3/24	1/24
Classe A	50%	25%	8.5%	12.5%	4.1%
Nbr élève	11/24	5/24	5/24	3/24	0/24
Classe B	45.8%	20.8%	20.8%	12.5%	0%



La comparaison des résultats de la classe A avec ceux de la classe B sur cette évaluation commune semble indiquer que les deux classes ont un niveau équivalent en sciences. Dans la classe A, ils sont 18 à avoir une note au moins supérieure à 13 et dans la classe B ils sont 16. Pour les notes strictement inférieures à 9 ils sont 4 dans la classe A et 3 dans la classe B. De tels résultats nous ont donc confortés dans l'idée de mettre en place la recherche en parallèle sur les deux échantillons d'élèves. Il faut maintenant décider quelles seront les notions qui vont servir de support.

3.2. Choix d'une séquence commune pour l'expérimentation

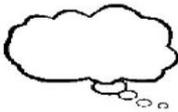
Nous avons des contraintes de programmation spiralaire dans nos écoles respectives et l'ambition de choisir une séquence très adaptée pour visualiser toutes les étapes de la démarche d'investigation avec nos élèves de CE2. Nous avons choisi de traiter des « mélanges et solutions ». Ce choix a plusieurs raisons. Les nombreuses conceptions que les élèves peuvent avoir en la matière seront un terreau à l'émission d'hypothèses, la conception des expériences sera à la portée des élèves de CE2, la facilité des manipulations ne parasitera pas la réalisation des étapes de la démarche. Le choix de cette séquence a donc été fait pour une utilisation simple de cette démarche : se questionner, émettre des hypothèses, expérimenter, analyser les résultats. La séquence est exactement la même dans la classe A et dans la classe B, ce choix est explicité plus loin, lorsque nous évoquons les raisons d'utiliser un protocole croisé. La séquence est décrite dans son intégralité en annexe 2.

3.3. Choix des outils

La séquence ne sert que de support à l'expérimentation étudiée dans cet écrit réflexif, afin de la mettre à profit nous avons mis au point un outil spécifique permettant d'inclure, de la façon la plus transparente possible, une forme d'évaluation formative dans la démarche d'investigation.

3.3.1. Tableau du déroulement de la démarche d'investigation

Cette séquence, telle que nous l'abordons dans nos classes, repose sur un déroulé de la démarche d'investigation établie par l'équipe pédagogique de la circonscription d'Annecy Ouest à partir des travaux d'E. Blanquet. Ce déroulé reprend l'ensemble des moments clés de la démarche d'investigation tels qu'ils ont été décrits dans la première partie de cet écrit réflexif et il s'appuie sur cinq étapes bien identifiées. Cette présentation en tableau présente un avantage pour nos élèves de CE2, en effet les différentes étapes successives sont présentées conjointement avec leur description succincte (des phrases simples et claires pour ne pas ajouter de confusions sur la nature des démarches à observer) et avec un pictogramme évoquant le contenu de l'étape correspondante. Ainsi les élèves ont plusieurs biais pour se souvenir du protocole. Le tableau d'étapes de la démarche d'investigation tel que nous l'utilisons et auquel nous ferons référence dans toute la suite est le suivant :

	Ce que je cherche : la question de départ
	Ce que je pense : la réponse à la question et les moyens de la vérifier
	Ce que je fais : - l'expérience - l'observation - la modélisation - l'analyse de documents Ce que je vois, ce que je constate : les résultats des investigations
	Connaissances générales : ce que j'ai appris, ce que j'ai compris.

Pour la suite de cet écrit réflexif les pictogrammes, ainsi que les étapes correspondantes, seront désignés ainsi : de 1 à 5 en partant du haut du tableau afin de respecter le sens de progression de la démarche d'investigation. Nous utilisons un livret de séquence, c'est-à-dire que nous avons relié nos séances (au lieu de les ranger dans un grand classeur en fin de séance et de ne pas faire de lien entre elles) pour créer un document unique contenant uniquement les éléments liés à la séquence. Nous appellerons ce livret « mon cahier des sciences ». La couverture de ce cahier de sciences reprend le tableau exposé juste avant, c'est un rappel des étapes de la démarche d'investigation agrémentées des pictogrammes repères. Puis nous glissons au fur et à mesure les séances. Le but est que les élèves gardent la totalité de leurs recherches tout au long de notre séquence : déroulés des expérimentations, résultats des expérimentations, principes sous-jacents mais également leurs hypothèses de départ. Pour la mise en place des séances nous utilisons les mêmes outils et substances dans les deux classes. Pots en verre, cuillères, sucre, sable, huile... Le matériel est passé d'une classe à l'autre pour être certain qu'il n'y ait aucune altérité dans les expériences. C'est pour cette raison que les expériences sont faites avec une semaine de décalage entre la classe A et la classe B, afin de vérifier le matériel et ensuite de l'échanger.

3.3.2. Pourquoi un protocole croisé ?

Afin d'aider les élèves à faire un lien entre leurs hypothèses initiales, les manipulations et les principes généraux à retenir, nous avons décidé de faire un feedback après la phase de manipulation, entre les étapes 4 et 5. Nous avons choisi d'intercaler notre feedback formatif à ce moment-là de la démarche d'investigation, telle que décrite précédemment, car c'est le moment où les élèves doivent remettre en perspective ce qui a été observé pendant la manipulation par rapport aux questions et hypothèses qui nous ont conduit à faire cette manipulation. Nous faisons l'hypothèse que ce temps supplémentaire, l'étape 4 bis que nous nommons « ce que je pense maintenant », serait propice à intégrer ou corriger les résultats de leurs expérimentations comme un nouveau savoir. Cette nouvelle étape est donc notre processus d'évaluation formative. Il est mis en place pour permettre à l'élève de se situer dans la progression de la démarche d'investigation et pour l'aider à donner du sens à ce qu'il a fait et ce qu'il a observé.

La nouvelle progression de la démarche d'investigation que nous avons envisagée est le suivant :

	1 Ce que je cherche : la question de départ
	2 Ce que je pense : la réponse à la question et les moyens de la vérifier
	3 Ce que je fais : - l'expérience - l'observation - la modélisation - l'analyse de documents
	4 Ce que je vois, ce que je constate : les résultats des investigations
	4bis Ce que je pense maintenant : Je formule mes nouvelles idées
	5 Connaissances générales : ce que j'ai appris, ce que j'ai compris.

Le pictogramme de cette nouvelle étape 4bis est le même que celui de l'étape 2 afin de rappeler que c'est à nouveau une étape de réflexion. Afin de vérifier si ce dispositif apporte quelque chose aux élèves, sa mise en place va différer entre la classe A et la classe B. Cette différence va nous permettre de voir si les résultats des élèves changent significativement lorsque les élèves passent par l'étape 4bis en plus du reste de la démarche traditionnelle. Ainsi la classe A commencera la séquence en utilisant la démarche à 5 étapes pour la première séance et n'utilisera la démarche à 6 étapes (étapes 1 à 5 plus étape 4bis) qu'à partir de la deuxième séance. La classe B commencera utilisera la démarche à 6 étapes (étapes 1 à 5 plus étape 4bis) dès la première séance et la réutilisera également lors de la deuxième. La pertinence des réponses et les résultats à l'évaluation finale dans les classes A et B seront croisés entre eux. Déployer le dispositif sur une seule classe, ou de façon identique dans les deux classes, nous paraissait insuffisant pour vérifier l'impact du protocole.

3.4. Mise en place des séances dans nos classes

Nous avons mené nos observations sur les deux premières séances de la séquence fournie en annexe 2. Même si les séances ont lieu avec un décalage d'une semaine entre la classe A et la classe B en raison du matériel, elles restent dans le même ordre. Nous allons maintenant décrire le déroulement de ces séances.

3.4.1. Séance sur les notions solubles et non soluble

Comportement : Premières manipulations donc très motivés. Un peu d'excitation. Les élèves suivent bien les indications et le protocole. Les élèves sont par groupes de 4 et ils ont 4 mélanges à faire donc tous manipulent.

Matériel : Utilisation de petits pots en verre (plus stable que le plastique ou moins fragile que les tubes à essai). Utilisation de cuillères, sable, farine, sucre et sel (aucun danger à manipuler). Utilisation du cahier des sciences avec des étapes repérées et des schémas pré-dessinés.

Limites : Pour la classe A, le cahier des sciences comporte plusieurs feuilles et comme les groupes ne font pas les mélanges dans le même ordre ils sont désorientés. (Ils ne peuvent pas suivre l'ordre du cahier). Ce problème ne se pose pas pour la classe B qui utilise une feuille A3 plutôt que des feuilles A4. Toujours pour la classe A les étapes de la démarche d'investigation étaient repérées par des pictogrammes mais le lien entre hypothèse de départ et institutionnalisation des résultats ne semble pas être fait. Ce problème ne se pose pas pour la classe B qui a déjà intégré une nouvelle étape dans la démarche a été créée : une étape avec le même pictogramme « ce que je pense » (mes hypothèses de départ) a été ajouté après les manipulations « ce que je pense maintenant » (ce qui a changé dans ma vision). Les nouvelles questions sur la concentration et la saturation arrivent mais elles sont différées dans le temps ; on les note au dos du cahier des sciences. Une page est réservée « aux nouvelles questions que je me pose : » Mais la disponibilité des substances et du matériel, ainsi que la configuration de la classe, pourraient être propices à faire ces manipulations à la suite. Nous gardons un exemplaire de chaque pot pour voir l'évolution du phénomène lors de l'évaporation.

3.4.2. Séance sur les notions de miscible et non miscible

Lors de cette séance, dans les deux classes, la démarche d'investigation tient sur une seule page A3. Les deux classes ont l'étape de feedback, celle que l'on a nommé 4bis, après les manipulations.

Comportement : Les élèves sont par groupe de 4 et ils ont 4 mélanges à faire donc tous manipulent. Tous très motivés. Un peu d'excitation. Les élèves suivent bien les indications et le protocole.

Matériel : Utilisation de petits pots en verre (plus stable que le plastique ou moins fragile que les tubes à essai). Utilisation de cuillères, huile, vinaigre, miel, sirop de menthe (aucun danger à manipuler). Utilisation du cahier des sciences avec des étapes repérées et des schémas pré-dessinés.

Limites : Les schémas pré-dessinés brides les résultats des élèves, en effet nous n'avions pré-dessiné qu'un verre par mélange alors que les élèves remarquent plusieurs étapes mais ne redessinent pas un autre verre. Les élèves ne peuvent donc que choisir entre par exemple dessiner les bulles que l'on voit lors de l'émulsion (eau + huile) ou dessiner le résultat séparation des 2 liquides. Nous n'avions pas défini d'un ordre de mélange pouvant ainsi modifier le premier stade avant émulsion (ex : eau + sirop). Nous gardons un exemplaire de chaque pot pour voir l'évolution du phénomène lors de l'évaporation mais des odeurs fortes apparaissent dans la classe.

3.4.3. Évaluation finale des séances.

Après les séances 1 et 2 décrites précédemment, nous faisons passer une évaluation commune dans les classes A et B afin de vérifier ce qu'ils ont retenu des principes scientifiques et des expérimentations.

Voici l'évaluation que nous avons faite passer : (les espaces ont été modifiés pour l'inclure dans le mémoire)

Prénom :	Date
SCIENCES : Mélanges et solutions	
Rappel : Un mélange homogène est le mélange d'une substance soluble et de l'eau. Ce mélange est appelé solution. La substance est dissoute dans l'eau, on ne peut plus la voir.	
Question N°1 : complète la phrase avec tes propres mots Un mélange hétérogène est le mélange _____	
Question N°2 : Donne un exemple de mélange homogène (solide+ eau) avec le dessin	
Question N°3 : Donne un exemple de mélange homogène (liquide + eau) avec le dessin	
Question N°4 : Donne un exemple de mélange hétérogène (solide + eau) avec le dessin	
Question N°5 : Donne un exemple de mélange hétérogène (liquide + eau) avec le dessin	

4. Résultats

Les résultats des classes A et B à l'évaluation commune ont été compilés dans des tableaux afin de pouvoir faire par la suite une analyse des données récoltées. Ces résultats sont présentés à la fois sous la forme de tableau complet reprenant à la fois la notation en couleur de la classe A et la notation en validation d'acquis de la classe B, ainsi que leur équivalence en note sur 20.

4.1. Résultats de la classe A

Pour rappel, voici à nouveau les différents barèmes utilisés lors des corrections :

Notation : 20/20 , 19/20 , 18/20 , 17/20 □ ■ pour classe A et A pour classe B
 16/20 , 15/20 , 14/20 , 13/20 □ ■ pour classe A et A- pour classe B
 12/20 , 11/20 , 10/20 , 9/20 □ ■ pour classe A et VA pour classe B
 8/20 , 7/20 , 6/20 , 5/20 □ ■ pour classe A et VA- pour classe B
 ≤ 4/20 □ ■ pour classe A et NA pour classe B

4.1.1. Tableau de notes de la classe A

Tableau N° 1 Classe A

Elèves	Séance 1 solide	Couleur séance 1	Séance 2 liquide	Couleur séance 2	Note	couleur	Variation entre S1 & S2
Tim	8/10	A-	7/10	A-	15/20	A-	↘
Timéo	10/10	A	7/10	A-	17/20	A	↘
Charline	8/10	A-	8/10	A-	16/20*	A	→
Justin	8/10	A-	10/10	A	18/20	A	↗
Manon	7/10	A-	8/10	A-	15/20*	A-	↗
Maud	4/10	VA-	8/10	A-	12/20*	A-	↗
Yanis	5/10	VA	5/10	VA	10/20	VA	→
Luna	4/10	VA-	5/10	VA	9/20	VA	↗
Marco	8/10	A-	10/10	A	18/20	A	↗
Loïc	8/10	A-	7/10	A-	15/20	A-	↘
Ludivine	9/10	A	8/10	A-	16/20	A-	↘
Quentin	8/10	A-	6/10	VA	14/20	A-	↘
Margot	8/10	A-	4/10	VA-	12/20	VA	↘
Zoé M	6/10	VA	8/10	A-	14/20	A-	↗
Elodie	3/10	VA-	3/10	VA-	6/20	VA-	→
Ylan	7/10	A-	9/10	A	16/20	A-	↗
Lola	6/10	VA	8/10	A-	14/20	A-	↗
Jessica	10/10	A	5/10	VA	15/20	A-	↘
Yliès	6/10	VA	9/10	A	15/20	A-	↗
Clara	10/10	A	10/10	A	20/20*	A	→
Tom	4/10	VA-	8/10	A-	13/20*	A-	↗
Romain	5/10	VA	9/10	A	14/20	A-	↗
Lilly	9/10	A	9/10	A	18/20	A	→
ESTEBAN	7/10	A-	10/10	A	17/10	A	↗
TOTAUX	168		181		349		

↗ Signifie que la note de la séance N°2 a été supérieure à celle de la séance N°1 : progression

→ Signifie que la note de la séance N°2 a été égale à celle de la séance N°1 : constance

⚡ Signifie que la note de la séance N°2 a été inférieure à celle de la séance N°1

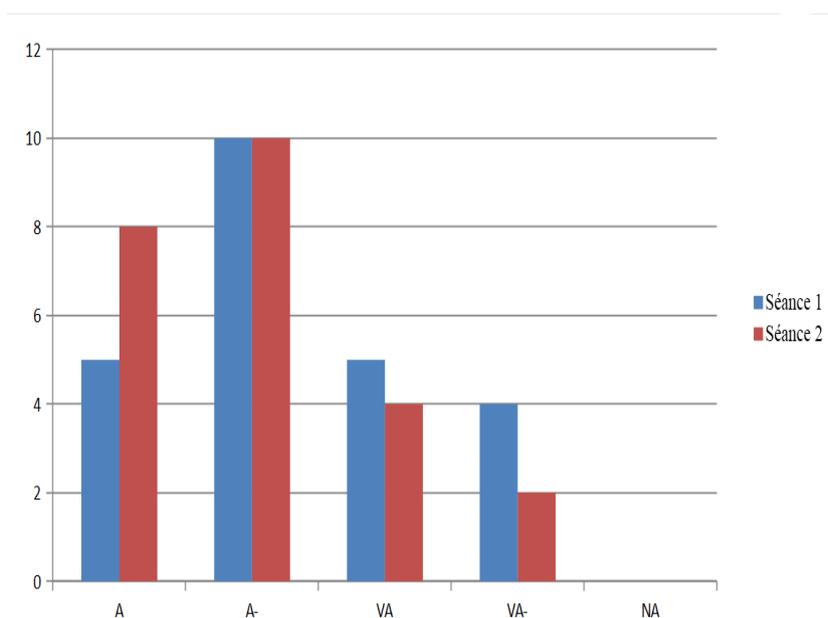
Les différentes notes, relevées dans la classes A, sont répertoriées dans le tableau ci-dessus afin de permettre une lecture plus claire du nombre d'élèves par note. Cela permet aussi de voir l'évolution des notes entre les deux séances : ⚡ représentant une baisse de la note, → une constance et ↗ une amélioration de la note.

Tableau N°2 classe A

	A	A-	VA	VA-	NA	⚡	→	↗
Nbr élève séance 1	5	10	5	4	0			
Nbr élève séance 2	8	10	4	2	0			
Nbr élève	6	13	4	1	0	7	5	12

4.1.2. Répartition des élèves de la classe A selon leur note.

Graphique N°1 Classe A



Ce graphique permet une comparaison des notes obtenues concernant les notions abordées entre la séance 1 et dans la séance 2. Le but est ici de voir si les notes obtenues sont meilleures en fonction de la séance. Rappelons que la classe A n'avait l'outil avec l'étape

formative 4bis que pour la séance 2 et pas la séance 1.

4.2. Résultats de la classe B

Le système de notation et les équivalences établies pour la classe A sont bien entendus toujours valable pour les résultats présentés dans cette partie.

4.2.1. Tableau de notes de la classe B

Tableau N°3 Classe B

Elèves	Séance 1 solide	Couleur séance1	Séance 2 liquide	Couleur Séance2	Note	couleur	Variation entre s1 et s2
Sahel	10/10	A	9/10	A	19/20*	A	↘
Adeline	10/10	A	9/10	A	19/20*	A	↘
Léa B	9/10	A	8/10	A-	17/20*	A	↘
Johan	5/10	VA	7/10	A-	12/20	VA	↗
Maily	9/10	A	9/10	A	18/20*	A	→
Angelo	10/10	A	9/10	A	19/20*	A	↘
Léo	9/10	A	9/10	A	18/20	A	→
Manon A	10/10	A	9/10	A	19/20*	A	↘
Léa M	9/10	A	10/10	A	19/20	A	→
Sarah	8/10	A-	9/10	A	17/20	A	↗
Méline	10/10	A	9/10	A	19/20*	A	↘
Julie	8/10	A-	10/10	A	18/10	A	↗
Harry	4/10	VA-	8/10	A-	12/20*	VA	↗
Olivia	8/10	A-	9/10	A	17/20*	A	↗
Elise	6/10	EVA	9/10	A	15/20	A-	↗
Lauryn	8/10	A-	6/10	VA	14/20	A-	↘
Adrien	7/10	A-	5/10	VA	12/20	VA	↘
Manon F	4/10	VA-	6/10	VA	10/20*	VA	↗
Mathias	7/10	A-	5/10	VA	12/20	VA	→
Maxence	8/10	A-	8/10	A-	16/20*	A-	→
Bastien	9/10	A	7/10	A-	16/20	A-	↘
Mathys	4/10	VA-	5/10	VA	9/20	VA	↗
Maily	6/10	VA	5/10	VA	11/20	VA	↘
Pierre	5/10	VA-	3/10	VA-	8/20	VA-	↘
TOTAUX	183		183		366		

↗ Signifie que la note de la séance N°2 a été supérieure à celle de la séance N°1 : progression

→ Signifie que la note de la séance N°2 a été égale à celle de la séance N°1 : constance

↘ Signifie que la note de la séance N°2 a été inférieure à celle de la séance N°1

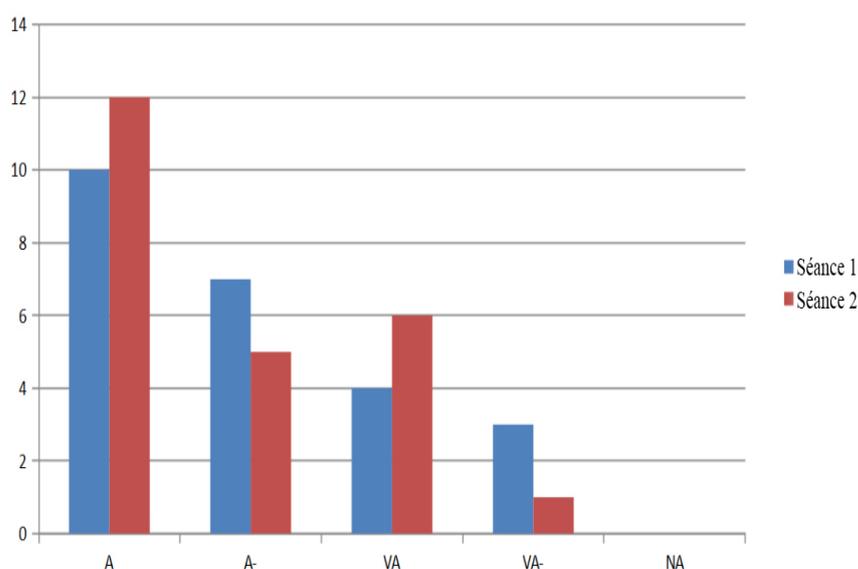
Comme pour la classe A, les différentes notes relevées dans la classe B sont répertoriées dans le tableau ci-dessus afin de permettre une lecture plus claire du nombre d'élèves par note. Cela permet aussi de voir l'évolution des notes entre les deux séances : ↘ représentant une baisse de la note, → une constance et ↗ une amélioration de la note.

Tableau N°4 Classe B

	A	A-	VA	VA-	NA	↘	→	↗
Nbr élève séance 1	10	7	4	3	0			
Nbr élève séance 2	12	5	6	1	0			
Nbr élève	12	4	7	1	0	11	5	8

4.2.2. Répartition des élèves de la classe B selon leur note

Graphique N° 2 Classe B



Ce graphique permet une comparaison des notes obtenues concernant les notions abordées

entre la séance 1 et dans la séance 2. Le but est ici de voir si les notes obtenues sont meilleures en fonction de la séance. Rappelons que la classe B avait l'outil avec l'étape formative 4bis lors des deux séances.

4.3. Statistiques tirées des résultats obtenus à l'évaluation finale

À partir des données collectées (notes et tendances) dans les deux classes nous allons maintenant procéder à un recouplement statistique afin de déterminer des indicateurs supplémentaires pour mener notre analyse.

4.3.1. Comparaison des totaux des deux classes lors des deux séances

Nous avons regroupé les différentes données des deux classes dans un même tableau :

Tableau N°5 Classe A et classe B

	A	A-	VA	VA-	NA	↘	→	↗
Nbr élève Classe A	6	13	4	1	0	7	5	12
Nbr élève Classe B	12	4	7	1	0	11	5	8

4.3.2. Calcul de l'écart type

Rappel : On note N l'effectif total d'une série ayant p éléments: $N = n_1 + n_2 + \dots + n_p$.

On note \bar{x} la moyenne de la série statistique.

La variance V de la série statistique est : $V = \sum_{i=1}^p n_i \times (x_i - \bar{x})^2 / N$

L'écart-type σ est la racine carrée de la variance : $\sigma = \sqrt{V}$

L'écart-type sert à mesurer la dispersion d'une série statistique autour de sa moyenne.

Classe A

Séance 1 Classe A

Moyenne séance 1 : 7 / 10

$$\text{variance } V = [1*(3-7)^2 + 3*(4-7)^2 + 2*(5-7)^2 + 3*(6-7)^2 + 3*(7-7)^2 + 7*(8-7)^2 + 2*(9-7)^2 + 3*(10-7)^2]/24=4$$

Écart type : $E^2 = V$ donc $E=2$

Séance 2 Classe B

Moyenne séance 2 : 7.54 / 10

$$\text{Variance } V = [1*(3-7.54)^2 + 1*(4-7.54)^2 + 3*(5-7.54)^2 + 1*(6-7.54)^2 + 3*(7-7.54)^2 + 7*(8-7.54)^2 + 4*(9-7.54)^2 + 4*(10-7.54)^2]/24=3.74$$

Écart type : $E^2= V$ donc $E=1.93$

Séquence Classe A

Moyenne séquence : 14.54

$$\text{Variance } V = [1*(6-14.54)^2 + 1*(9-14.54)^2 + 1*(10-14.54)^2 + 2*(12-14.54)^2 + 1*(13-14.54)^2 + 4*(14-14.54)^2 + 5*(15-14.54)^2 + 3*(16-14.54)^2 + 2*(17-14.54)^2 + 3*(18-14.54)^2 + 1*(20-14.54)^2]/24=9.41$$

Écart type $E=3.06$

Classe B

Séance 1 Classe B

Moyenne séance 1 : 7.62 / 10

$$\text{variance } V = [3*(4-7.62)^2 + 2*(5-7.62)^2 + 2*(6-7.62)^2 + 2*(7-7.62)^2 + 5*(8-7.62)^2 + 5*(9-7.62)^2 + 5*(10-7.62)^2]/24=4.06$$

Écart type : $E^2 = V$ donc $E=2.01$

Séance 2 Classe B

Moyenne séance 2 : 7.62/ 10

$$\text{Variance } V = [1*(3-7.62)^2 + 4*(5-7.62)^2 + 2*(6-7.62)^2 + 2*(7-7.62)^2 + 3*(8-7.62)^2 + 10*(9-7.62)^2 + 2*(10-7.62)^2]/24=3.56$$

Écart type : $E^2= V$ donc $E=1.88$

Séquence Classe B

Moyenne séquence : 15.25

Variance $V = [1*(8-15.25)^2 + 1*(9-15.25)^2 + 1*(10-15.25)^2 + 1*(11-15.25)^2 + 4*(12-15.25)^2 + 1*(14-15.25)^2 + 1*(15-15.25)^2 + 2*(16-15.25)^2 + 3*(17-15.25)^2 + 3*(18-15.25)^2 + 6*(19-15.25)^2] / 24 = 12.43$

Écart type $E = 3.52$

4.3.3. Tableaux récapitulatifs de la moyenne et de l'écart type

Tableau N° 6: moyenne des classes

	Moyenne séance 1 /10	Moyenne séance 2 /10	Moyenne séquence /20
Classe A	7	7.54	14.54
Classe B	7.62	7.62	15.25

Tableau N°7 écarts types des classes

	Ecart type séance 1	Ecart type séance 2	Ecart type séquence
Classe A	2	1.93	3.06
Classe B	2.01	1.88	3.52

5. Discussion

5.1. Re-contextualisation

Nous avons choisi de faire une étude sur l'intégration et la compréhension de la démarche d'investigation pour des élèves de CE2. Notre hypothèse porte sur l'absence de lien pour ces jeunes élèves entre leurs manipulations et l'apprentissage des résultats de ces dernières. Nous avons essayé d'intégrer une évaluation formative afin d'améliorer cette connexion. Nous avons choisi un protocole croisé entre deux classes de CE2 pour différentes raisons. Ainsi, nous augmentons la taille de notre échantillon et nous pouvons tenir compte de la difficulté des séances (étant très difficile d'avoir deux séances en sciences d'une difficulté identique qui permettraient de mener cette observation sans études croisées).

La classe B a utilisé l'évaluation formative pour les deux séances, elle a servi de classe témoin sur la difficulté des séances. Alors que la classe A a utilisé l'évaluation formative à

partir de la deuxième séance. Nous avons émis l'hypothèse que si les séances ont une difficulté constante alors les résultats pour la classe A seront en amélioration grâce à cette nouvelle étape.

5.2. Interprétation des résultats

5.2.1. Comparaison raisonnable de nos deux classes

Une évaluation commune sur une séquence précédente, nous a permis de vérifier la légitimité de comparer nos deux classes. En effet nous avons déjà interprété les résultats de « Tableau et graphique : volcan », en amont dans notre écrit.

Lors de nos séances « mélanges et solutions » nous pouvons constater (cf tableau N°5 classe A et classe B) que -le nombre d'élève à avoir une note $\geq 13/20$ est de 16 pour classe B et 19 pour classe A

-le nombre d'élève à avoir une note $\leq 8/20$ est de 1 pour les deux classes

-le nombre d'élève qui reste constant entre les deux séances est de 5 dans les deux classes.

Globalement les résultats semblent proches mais je dois faire un focus pour les vérifier.

Alors je compare les moyennes des deux classes sur ces deux séances (cf. Tableau N°6 moyennes des classes), Je remarque que les moyennes sont très proches les unes des autres comprises entre 7/10 et 7.62/10. Mais ces résultats ne me permettent pas de conclure que ces deux groupes ont des niveaux identiques. En vérifiant les écarts types, (cf. Tableau N°7 écarts types des classes) je mesure la disparité des notes vis-à-vis de la moyenne et je constate que les deux classes ont sensiblement les mêmes écarts types et représentent donc des groupes ayant une homogénéité très proche. Ces résultats cumulés, me confortent dans la légitimité de comparer nos deux classes.

5.2.2. Comparaison de la difficulté des séances

Je dois, dans un premier temps, estimer la difficulté des séances l'une par rapport à l'autre afin d'en tenir compte lorsque je mesurerai les effets de notre évaluation formative au sein de la classe A.

La classe B utilise l'évaluation formative pour ses deux séances, en analysant ses résultats je

pourrai dégager cette estimation.

Je remarque (cf. tableau N°4 classe B) que 11 élèves ont une note inférieure (↘) en deuxième séance (contre 5 qui ont une note constante (→) et 8 une note supérieure (↗)). Donc je remarque une certaine régression alors que les élèves, moins novice face à ce travail, auraient dû être constants ou en amélioration.

Je conclus que la séance N°2 semble être plus difficile que la séance N°1.

Ici je mesure juste le nombre d'élève à avoir progressé ou régressé, et non le résultat des notes.

Si j'exploite ce résultat pour la classe B je remarque (cf. tableau N°4 classe B) que le nombre d'élève à avoir une note ≤ 13 et de 7 pour les deux séances (idem pour les notes ≥ 13). Mais attention ce ne sont pas forcément les mêmes élèves.

De même si je regarde le nombre de points cumulés de toute la classe B nous obtenons un résultat de 183 points pour les deux séances, alors même si plus d'élèves ont régressé, ceux qui ont progressé ont compensé cette diminution.

Cette « constance » n'invalide pas ma conclusion « la séance N°2 semble légèrement plus difficile que la séance N°1 » puisque les élèves ayant été dans une deuxième démarche auraient dû être, face à des protocoles quasi-identiques (mélanges, matériel...) plus performant.

5.2.3. Comparaison des résultats pour la classe A

Afin de valider notre hypothèse je dois décrypter les résultats de la classe A afin de vérifier l'utilité de notre étape d'évaluation formative placée après les manipulations.

Dans le tableau N°2 classe A :

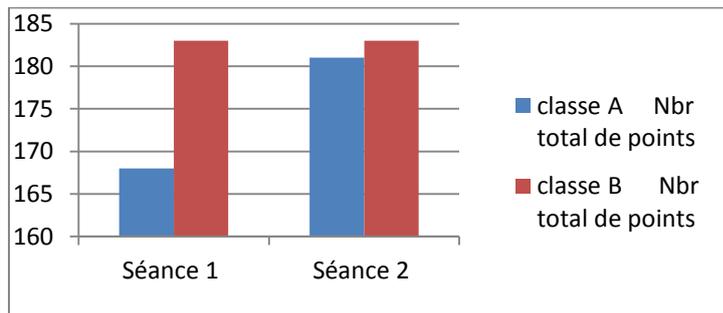
Je remarque que 7 élèves ont une note inférieure (↘) en deuxième séance, contre 5 qui ont une note constante (→) et 12 une note supérieure (↗). Pour cette classe le nombre d'élève à avoir progressé est plus grand.

De même entre les deux séances le nombre d'élève à avoir une note ≥ 13 a augmenté, (il est passé de 15 à 18 élèves), et le nombre d'élève à avoir une note ≤ 8 a diminué (4 puis 2 élèves).

Sur le graphique N°1 classe A nous pouvons visualiser cette progression. En rouge la séance N°2, en bleu la séance N°1, nous observons que les bâtons rouges sont plus petits que les

bleus pour les notes ≤ 13 .

Graphique N° Nombre de points cumulés dans les classes



Notons que pour les séances 1 & 2 de la classe B le protocole est constant et les élèves ont cumulé le même nombre de points 183. Alors que pour les séances 1 & 2 de la classe A, le protocole est différent et les élèves ont cumulé 168 points pour S1 et 181 points pour S2.

On note ainsi une belle progression pour la classe A du nombre de points ainsi cela conforte le bénéfice de la séance 4bis alors que le nombre de points de la classe B reste constant comme la méthode utilisée.

Ces différents résultats corroborent tous à une amélioration des résultats entre la séance 1 et la séance 2 pour la classe A.

Ces résultats pourraient avoir plusieurs origines qui sont : l'effet de l'acclimatation des élèves face à un travail de démarche d'investigation et/ou dû à une difficulté décroissante entre les séances mais l'analyse des résultats de la classe B que nous avons faite ultérieurement réfute ces arguments.

Au regard de ces différents résultats, je pense que l'évaluation formative a été bénéfique aux élèves de la classe A.

5.3. Limites et perspectives

5.3.1. Critiques

5.3.1.1. Limites dues à la diversité des élèves et des enseignants

Nous avons croisé des statistiques qui ne sont pas assez précises afin de décrypter la diversité des élèves. Nous devrions cibler certaines difficultés et recommencer l'expérience. Par exemple, nous pourrions vérifier si cette évaluation formative est bénéfique à un « type » d'élève. Nous avons remarqué que certains élèves avaient progressé et d'autres régressé. Cette étape n'est peut-être pas bénéfique à tous les modes de réflexion. Pour ma part elle semble avoir été bénéfique à mes élèves qui ont des grandes difficultés en mathématiques mais il faudrait approfondir les recherches.

De plus l'intervention de deux enseignants n'est pas idéale pour comparer des séances. Même si nous avons décidé d'un protocole précis, nous sommes différents.

5.3.1.2. Limites de nos schémas pré-dessinés

Lors de la première séance nous construisons avec les élèves un cahier des sciences comme support de la séquence, centralisant toutes les traces écrites de leurs démarches et expériences. Nous pensons limiter ainsi la perte de documents et gardons une trace de l'évolution de leurs démarches d'investigations à laquelle ils pourront se reporter tout au long de la séquence. Ce cahier reprend les étapes de la démarche d'investigation. Nous pré-dessignons des schémas de la phase d'expérimentation pour les séances 1 et 2. Modélisants, dans un premier temps, ces schémas semblent cependant freiner la libre expression des élèves.

5.3.1.3. Limites de notre cahier des sciences pour mesurer notre étude

Ce cahier peut servir de support à une évaluation formative :(-je sais formuler des hypothèses- je suis capable de tester mes hypothèses- je sais tirer des conclusions de mes expériences- je m'investis dans un travail de groupe). Il peut ainsi biaiser notre étude, étant lui-même un support d'évaluation formative.

De plus la présentation de la séance N°1 est légèrement différente entre la classe A et la classe B. Cette modification a été apportée pour faciliter la prise en main du cahier par les élèves. Mais ce changement devient une variable qui peut avoir influencé les résultats.

5.3.1.4. Limites de notre évaluation sommative pour mesurer notre étude

Nous avons été pris par le temps, et notre évaluation a été très tardive ce qui est un frein à l'analyse de nos résultats, en effet le temps devient une variable qui peut également avoir influencé les résultats.

Nous voulions laisser une certaine liberté dans l'évaluation pour mesurer l'acquisition réelle de la démarche mais nous avons utilisé du vocabulaire non acquis (liquide / solide), sources d'erreurs extérieures à nos objectifs de séquence. Nous avons supposé des prérequis qui ne l'étaient pas.

Nous avons donc dû faire un barème très précis ne sanctionnant pas ces erreurs.

5.3.2. Amélioration envisagée

Pour améliorer cette étude nous devrions modifier les différents points cités ci-dessus (schémas pré-dessinés, vocabulaire prérequis...) puis réitérer l'expérience.

Idéalement il faudrait croiser des classes ayant un seul enseignant (exerçant à mi-temps sur chacune des classes), ou qu'un enseignant propose de faire les séances dans les deux classes.

Il faudrait améliorer l'évaluation sommative pour pouvoir faire une étude plus précise de l'impact de la démarche d'investigation. Peut-être en comparant avec une troisième classe

qui étudierait la séance de manière explicite sans manipulation.

5.3.3. Les résultats obtenus et ma pratique professionnelle

Notre protocole ne peut être considéré assez précis pour avoir un impact sur le métier de l'enseignement. Mais nos premiers résultats pourraient encourager des études d'investigations. En effet nos élèves semblent réellement avoir du mal à faire ce lien primordial entre les expérimentations et les savoirs. Ils ont besoin d'un temps pour se rendre compte de ce qu'ils ont fait, appris.

Personnellement j'utiliserai cette étape et ce cahier des sciences lors de mes prochaines séances. Sur le plan pédagogique ce cahier est une réussite, il est une évaluation formative. Les élèves se sont bien appropriés ce support et ont suggéré de rajouter une page finale qu'ils ont choisi d'intituler « les nouvelles questions que je me pose ». Nous nous sommes appuyées sur ces questions pour faire évoluer nos séances 4 et 5 afin de répondre au mieux à leurs interrogations. Cela a été bénéfique pour les élèves et pour les enseignants.

6. Conclusion

Après avoir remarqué que nos élèves avaient du mal à interpréter puis assimiler les résultats de manipulations scientifiques, nous avons ajouté une étape, un feedback pour qu'ils réalisent les connaissances impliquées dans ces expériences. Nos premiers résultats sont assez concluants mais des petites erreurs de mise en place, limitent la lecture objective de ces résultats.

J'aimerais poursuivre ce travail réflexif sur les séances N°4 et N°5. En effet ces séances ont été créées suite aux nouvelles questions des élèves. Nous pourrions alors étudier si les élèves lient d'avantages les étapes de la démarche d'investigation lorsqu'ils sont à l'origine de la question. Utiliser ainsi la curiosité des élèves et les liens scientifiques pour faire notre programmation.

Woody Allen « J'ai des questions à toutes vos réponses ».

ANNEXE N°1 Evaluation témoin : volcans et séismes

Prénom :

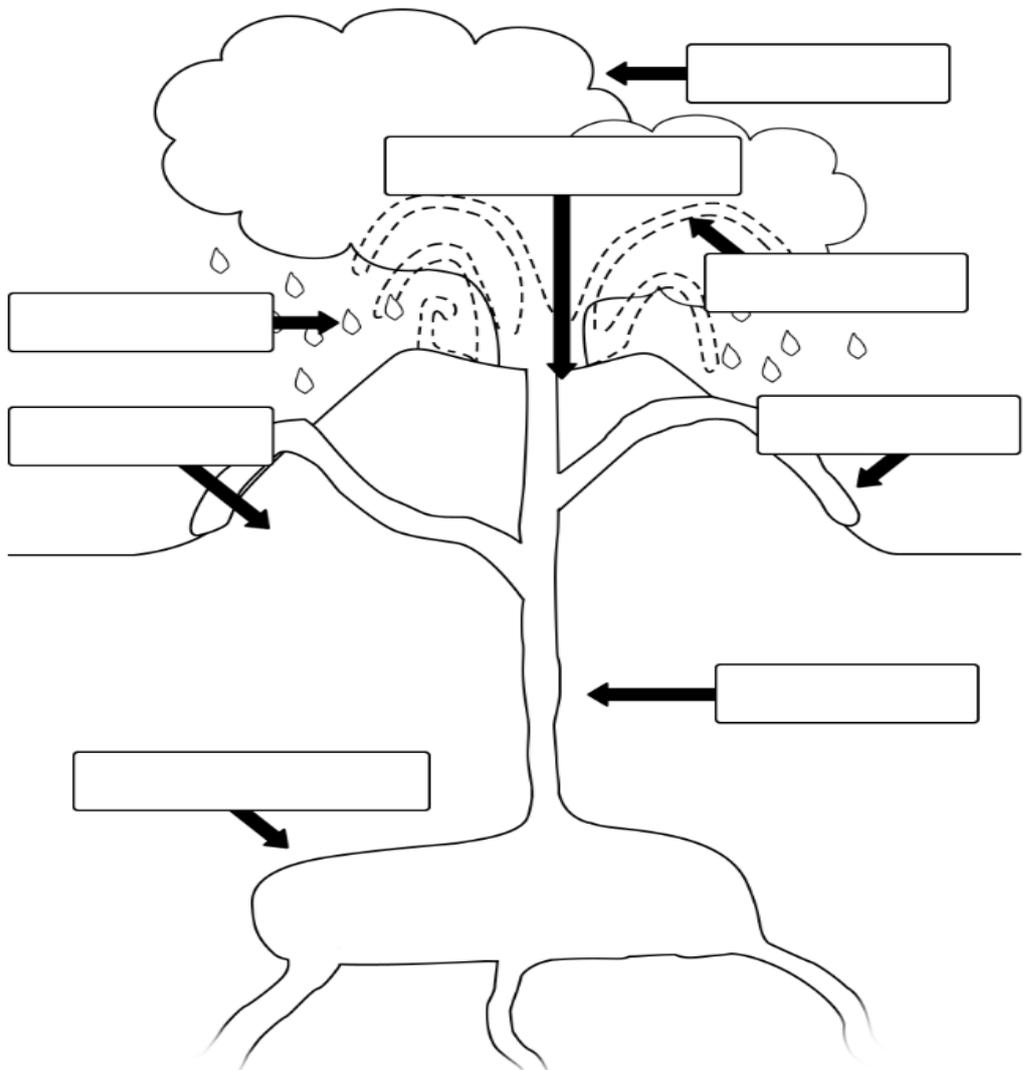
Date :

SCIENCES : évaluation VOLCANS ET SÉISMES	
---	--

Connaître la structure d'un volcan et le vocabulaire spécifique.	
Connaître les différents types d'éruptions et leurs spécificités.	
Connaître l'origine des séismes.	

1/ Remplace les mots au bon endroit sur le schéma :

chambre magmatique ; bombe volcanique ; nuage de cendre ; cratère ; cheminée principale ; coulée de lave ; cône du volcan ; lave.



ANNEXE N°1 Evaluation témoin : volcans et séismes (suite)

2/ Écris en dessous des deux textes de quelle éruption il s'agit.

Souligne les mots du texte qui t'ont permis de répondre :

Le 8 mai 1902, une immense explosion se produit en haut de la montagne Pelée à la Martinique et une masse de gaz, de cendres et de blocs de roches dévalent la pente. La ville de Saint Pierre est complètement anéantie et près de 28 000 personnes sont tuées.

Éruption :

Le 20 mars 1986, une fissure longue de 700 mètres s'est ouverte au sommet du volcan du Piton de la Fournaise. Des fontaines de lave ont jailli et deux coulées ont dévalé la pente pour finir par traverser la route nationale.

Éruption :

3/ Les séismes :

a) Que se passe-t-il entre deux plaques tectoniques pour qu'il y ait un séisme ?

b) Comment appelle-t-on le lieu où s'est produit le séisme ?

c) Que dois-tu faire si un séisme arrive alors que tu es en classe ?

ANNEXE N°2 Séquence « mélanges et solutions »

NIVEAU : CE2

DISCIPLINE : Sciences expérimentales et technologiques.

Titre de la séquence :

MELANGES ET SOLUTIONS

Objectif de la séquence :

Amener les élèves à expérimenter la démarche d'investigation.

(Faire des hypothèses, manipuler, observer et conclure)

Distinguer deux types de mélanges : homogènes et hétérogènes.

Maîtriser le vocabulaire suivant : mélange, miscible, solution, soluble, dissolution, saturation, homogène, hétérogène, suspension.

Masse : réinvestissement séquence grandeurs et mesures

Saturation : approche par tâtonnement expérimental

Séance N°1 : Mon cahier de sciences et mes hypothèses (30 min):

Questions : Quelles différences observez-vous entre une baignade à la mer et une baignade au lac d'Annecy ? Peut-on voir le sel ? Lorsqu'on mélange de l'eau et une autre substance que se passe-t-il ? Création d'une liste de substances (matières) en collectif.

QUESTION : QUE SE PASSE-T-IL LORSQUE NOUS MELANGEONS CES SUBSTANCES AVEC DE L'EAU ?

(listes : solide compacte / solide meuble / liquide)

Emission de leurs hypothèses (en individuel)

Création d'un cahier des sciences et découverte de la démarche d'investigation.

Séance N°2 : Les substances solubles et insolubles (1h30min) :

Après avoir confronté leurs hypothèses (« écrit » individuel) les élèves formulent des hypothèses par groupe. Ensuite, les élèves testent de nombreuses substances qu'ils connaissent en les mélangeant à de l'eau. L'objectif est la création de deux listes : substances solubles et les substances insolubles dans l'eau.

Séance N°3 : Les liquides miscibles et non miscibles(1h30min) :

Après avoir confronté leurs hypothèses (« écrit » individuel) les élèves formulent des hypothèses par groupe. Ensuite, les élèves testent de nombreux liquides qu'ils connaissent en les mélangeant à de l'eau. L'objectif est la création de deux listes : liquides miscibles et non miscibles.

Séance N°4 : Que devient la substance qui devient invisible ? disparaît-elle ? (1h20)

Après avoir confronté leurs hypothèses (« écrit » individuel) les élèves formulent des hypothèses par groupe. Ensuite, les élèves réinvestissent la séquence grandeurs et mesures sur les masses pour tester leurs hypothèses. L'objectif est de comprendre qu'invisibilité ≠ disparition

Séance N°5 : Peut-on toujours dissoudre le sel dans l'eau ? (1h20)

Après avoir confronté leurs hypothèses (« écrit » individuel) les élèves formulent des hypothèses par groupe. Ensuite, les élèves expérimentent différents dosages pour approcher le seuil de saturation. Approche par tâtonnements.

Bibliographie

Bangert-Drowns, R. L., Kulik, C. L. C., Kulik, J. A., & Morgan, M. (1991). *The instructional effect of feedback in test-like events. Review of educational research.*

Bernard, C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale.* Baillière.

Black, P. & Wiliam, D. (1998). *Assessment and classroom learning. Assessment in education.*

Circonscription de l'éducation nationale Annecy 3. *Démarche scientifique.* En ligne
<http://www.ac-grenoble.fr/ien.annecy3/spip.php?article433>, consulté le 16 mai 2016

Coquidé, M., Fortin, C., & Rumelhard, G. (2009). *L'investigation: fondements et démarches, intérêts et limites.*

Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales.* Belin.

Giordan, A. & De Vecchi, G. (2000), *L'enseignement scientifique, comment faire pour que « ça marche »?*. Z'éditions.

Larousse (2016). *Démarche.* En Ligne
<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/d%C3%A9marche/23213?q=D%C3%A9marche#23096>, consulté le 16 Mai 2016

Larousse (2016). *Méthode.* En ligne
<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/m%C3%A9thode/50965?q=m%C3%A9thode#50855>, consulté le 16 Mai 2016

Ministère de l'éducation nationale (2008). *B.O. Hors série n°3 du 19 Juin 2008.* En ligne
http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/programme_CE2_CM1_CM2.htm, consulté le 16 mai 2016

Ministère de l'éducation nationale (2015). *B.O. Spécial n°2 du 26 mars 2015.* En ligne
http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html&cid_bo=87834#socle_commun

, consulté le 16 mai 2016

Rey, B., Carette, V., Defrance, A., & Kahn, S. (2006). *Les compétences à l'école: apprentissage et évaluation*. De Boeck.

Sadler, D. R. (1989). *Formative assessment and the design of instructional systems*. *Instructional science*.

Tavernier, R. (2009). *Enseigner les sciences expérimentales à l'école élémentaire*. Bordas.

Année universitaire 2015-2016

**Diplôme universitaire *Métiers de l'enseignement, de l'éducation
et de la formation*
Mention Premier degré**

Titre de l'écrit scientifique réflexif :

En quoi l'évaluation formative peut-elle rendre explicite le cheminement lors de la démarche d'investigation scientifique ?

Auteur : Carole CORBET

Résumé : Nos élèves doivent être armés d'un pouvoir réflexif c'est un enjeu majeur de notre société afin de les protéger de l'endoctrinement. Le Bulletin Officiel préconise la démarche d'investigation pour « développer la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique ». Elle serait un des outils, pour affuter des esprits réflexifs. Dans cet écrit nous étudions la démarche d'investigation, ses rouages et nous essayons de voir si une évaluation formative peut améliorer son assimilation pour nos jeunes élèves. En effet nos élèves ne semblent pas faire spontanément des liens entre leurs manipulations et les savoirs qui en découlent. Dans cet écrit nous analyserons les effets d'une étape supplémentaire lors de la démarche d'investigation, un « feedback ». Nous avons choisi un protocole croisé sur deux classes de CE2 afin de mesurer si cette évaluation formative pourrait être un atout pour faire progresser les jeunes élèves vers un raisonnement abouti.

Mots clés : Évaluation formative, démarche d'investigation, feedback

Summary : Our pupils must be armed with a reflexive capacity it is a major concern in our society to protect them from indoctrination. The Official bulletin recommends the approach of investigation "to develop the curiosity, the creativity, the critical mind and the interest for the scientific and technical progress". It would be one of tools, to sharpen reflexive minds. In this writing we study the approach of investigation, its apparatus and we try to see if a formative assessment can improve its assimilation for our young pupils. Indeed our pupils do not seem to make spontaneously links between their manipulations and the knowledges ensuing from it. In this writing we will study the impact of an additional step during the process of investigation, a "feedback". We chose a protocol crossed on two 3rd years of primary school, to evaluate if this formative assessment could be an advantage to help young pupils to progress towards an accomplished reasoning.

Keywords: formative assessment, approach of investigation, feedback.