



HAL
open science

Du débat à l'institutionnalisation, comment construire un savoir scientifique lors d'une démarche d'investigation ?

Caroline Nicoux

► To cite this version:

Caroline Nicoux. Du débat à l'institutionnalisation, comment construire un savoir scientifique lors d'une démarche d'investigation ?. Education. 2018. dumas-01836239

HAL Id: dumas-01836239

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01836239>

Submitted on 12 Jul 2018

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.



École supérieure
du professorat
et de l'éducation
Académie de Nantes



UNIVERSITÉ DE NANTES

Du débat à l'institutionnalisation, comment construire un savoir scientifique lors d'une démarche d'investigation ?

Mémoire présenté par NICOUX Caroline

Tuteur du mémoire : Olivier Villeret

Master Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation

Enseignement premier degrés – université de Nantes – Année 2017-2018

Engagement de non plagiat

Je, soussigné.e Caroline NICOUX

étudiant.e et/ou professeur.e-stagiaire en MEEF à l'ESPE Académie de Nantes

- déclare avoir pris connaissance de la [charte anti-plagiat de l'Université de Nantes](#),
- déclare être pleinement conscient.e que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour rédiger ce mémoire / cet écrit réflexif.

Date : 05/05/2018

Signature :



Résumé :

La démarche d'investigation en sciences permet de rendre les élèves acteurs dans la construction des apprentissages. Grâce aux débats, notamment à travers les confrontations des arguments, les apprenants mettent du sens sur les connaissances. L'institutionnalisation permet ensuite de structurer ces savoirs. Des phases de reformulation et de généralisation font le lien entre ces deux moments de la démarche. Le professeur aura un rôle important, sans qu'il ne soit trop présent, il doit pouvoir accompagner les élèves dans leur démarche d'apprentissage.

Mots clés :

Démarche d'investigation – Débat scientifique – Institutionnalisation – Généralisation – Rôle du professeur.

Sommaire :

Introduction	p.1
1. Contexte : Les sciences à l'école	p.2
1.1 L'histoire des sciences à l'école	p.2
1.1.1. Les sciences pour la vie professionnelle	p.2
1.1.2. Les sciences comme leçon de choses	p.3
1.1.3. Les sciences comme discipline d'éveil	p.5
1.2. Qu'est-ce que la démarche d'investigation ?	p.6
1.2.1. Origine	p.6
1.2.2. qu'est-ce que la démarche d'investigation ?	p.8
1.3. La démarche d'investigation dans les programmes	p.12
1.3.1. De 2000 à 2016	p.12
1.3.2. Les difficultés de la mise ne place de la DI en classe	p.14
2. Du débat à l'institutionnalisation	p.16
2.1. Les débats à l'école	p.16
2.2. Les débats scientifiques	p.17
2.3. L'institutionnalisation	p.19
3. Analyse en situation de classe.	p.22
3.1.Méthodologie de recherche	p.22
3.2.Résultats : les débats	p.24
3.2.1. Place de l'enseignante dans les débats	p.24
3.2.2. Des interventions redondantes	p.24
3.2.3. Des interventions inductives	p.25
3.2.4. Une généralisation choisie	p.26
3.3. Résultats : l'institutionnalisation	p.27
3.3.1. La trace écrite	p.27
3.3.2.L'impact des débats sur la trace écrite	p.28
Conclusion	p.30
Bibliographie, sitographie	p.31
Annexes	p.32

Introduction :

Dans les programmes de 2015, il est demandé de mettre en place des démarches d'investigation en sciences avec les élèves. Celles-ci permettent de découvrir une nouvelle pratique sociale de référence qui correspond à celle des chercheurs. Les élèves, à travers la recherche, vont développer de nombreuses compétences transdisciplinaires qui leur permettront de se construire et de trouver une place en tant que citoyen dans leur vie future. Cette démarche est donc constituée de plusieurs phases qui se suivent et se répondent. Il n'est plus question d'une suite d'étapes fixes, mais plutôt d'un aller-retour entre les différents points de la méthode. Cela permet aux élèves d'apprendre à questionner, observer, décrire, comparer, mais aussi à établir des relations de cause à effet pour résoudre un problème. De plus, en classe, la construction des savoirs se fait grâce à des échanges. Les élèves deviennent maîtres de leurs connaissances puisqu'ils les construisent ensemble, grâce à une réflexion collective. Ce mémoire s'intéressera d'ailleurs plus à ce dernier point, puisqu'il interroge le lien entre le débat scientifique, et l'institutionnalisation lors d'une démarche d'investigation.

Avec cette pédagogie, après avoir mené une phase d'investigation, un débat entre les élèves est mis en place. Il permet de confronter les résultats, de les comparer et d'en déduire soit des réponses aux problèmes de départ, soit de nouvelles interrogations, de nouvelles hypothèses. Ces échanges, aussi riches qu'ils puissent être, ne peuvent pas servir de références seules pour les élèves. Un travail d'organisation, de reformulation et de validation des idées est ensuite nécessaire. C'est ce qu'on appelle la phase d'institutionnalisation.

De nombreuses questions se posent donc ici. Comment institutionnaliser après un débat scientifique, est l'une de ces interrogations. Pour essayer de répondre au mieux à cette problématique, il a d'abord fallu se renseigner sur la démarche d'investigation, les débats scientifiques et l'institutionnalisation, notamment à travers des lectures d'auteurs spécialisés dans ces domaines tels que Jean-Pierre Astolfi, Christian Orange ou Pierre Billouet. De plus, pour étayer ces recherches, des débats scientifiques ont été mis en place avec des élèves. Notamment à travers une séquence de sciences expérimentales dans une classe de CE2. Les élèves se sont interrogés sur la question : comment ralentir la chute d'un objet ? Puis, ils ont pu tester leurs idées. Lors des échanges, ils ont été filmés pour pouvoir garder une trace des débats retranscrits ensuite. Les recherches sont faites lors de séances de sciences, mais les interrogations et les réponses apportées sont transposables à d'autres disciplines.

Pour commencer ce mémoire, nous allons contextualiser l'origine de la démarche d'investigation, en nous intéressant aux sciences à travers le temps à l'école, notamment en essayant de comprendre les différents courants pédagogiques qui ont permis d'arriver à cette démarche. Ensuite, nous nous intéresserons aux deux notions clés de la problématique : le débat scientifique et l'institutionnalisation. Pour finir, nous essayerons d'analyser les transcriptions et les traces écrites récoltées lors des séances de sciences en les mettant en relief avec la théorie qui aura été développée précédemment.

1. Contexte : les sciences à l'école.

1.1. L'histoire des sciences à l'école.

1.1.1. Les sciences pour la vie professionnelle.

Au XVI^e siècle, l'accès à la formation n'est pas la même pour tous. D'un côté, il y a des institutions qui forment les plus riches, où l'enseignement des civilisations et des langues grecques et latines suffit à la formation. D'un autre côté, de petites écoles, entretenues par l'Église, ouvrent qui permettent l'alphabétisation nécessaire à l'éducation des chrétiens les plus démunis. Il faudra attendre la fin du XVII^e siècle pour voir apparaître l'éducation aux sciences en France. En effet, la monarchie ayant besoin d'ingénieurs, de techniciens et autres pour développer le pays, les mathématiques deviennent nécessaires à la formation de ces hommes. Encore une fois, cela n'est accessible qu'aux plus riches qui peuvent accéder à ces écoles spécialisées dans la formation des mathématiques et des sciences. Cependant, au XVIII^e siècle, Jean-Baptiste De La Salle se rend compte que la formation du chrétien n'est plus suffisante. Les artisans et commerçants ont besoin, en plus de l'alphabétisation, d'une formation plus professionnelle. L'écriture et les mathématiques deviennent des objectifs de l'éducation de la population. Les sciences sont enseignées dans le but d'être appliquées dans la vie professionnelle des marchands, ou des artisans. À cette époque, elles ne sont pas vues comme un moyen de développer la logique ou d'autres compétences. Elles sont enseignées en lien avec la pratique, pour la pratique.

Tout au long du XIX^e siècle, de nombreuses réformes permettent à l'école de devenir laïque. Les sciences prennent une place de plus en plus importante. La population la plus pauvre accède pour la première fois aux sciences à travers la lecture. L'école ayant été créée pour former les chrétiens du XVI^e au XVIII^e siècles, l'alphabétisation se faisait à travers la lecture de textes religieux. Sous Napoléon Bonaparte cela change puisque des bibliothèques sont créées dans les écoles, où y

figurent des ouvrages de sciences qui vantent les avancées technologiques de l'époque. Les grands scientifiques vont vulgariser leurs travaux pour permettre une nouvelle instruction de la population. Cependant, les sciences sont enseignées sous forme de récits. Cela consiste donc plus en une découverte qu'en un enseignement des sciences. Les histoires racontées font ressortir comme une évidence les savoirs scientifiques à travers les aventures de personnages, sans qu'il n'y ait de réflexion de la part des élèves.

Lors du second empire, une deuxième réforme va permettre le développement des sciences dans l'éducation. Le ministre Duruy allonge les études au-delà de l'année de communion solennelle fixée par L'Église. Lors de ce temps prolongé, les enfants et adolescents retournent à l'école pour étudier l'orthographe, la grammaire et les mathématiques. En plus de cela, les sciences telles que la chimie, les sciences naturelles ou la physique sont enseignées. Encore une fois, cela est rattaché à la compréhension de phénomènes concrets liés aux métiers des uns et des autres. Les sciences sont donc envisagées comme une explication de la vie professionnelle.

La IIIe République va aussi entrer dans ce processus de développement de l'enseignement des sciences. En 1881-1882, les Lois Ferry permettent l'aboutissement des réformes entamées au cours du XIXe siècles : l'école devient laïque, gratuite, et obligatoire de six à douze ans, et pour tous. Les sciences et techniques entrent dans les programmes. La formation à cette discipline se calque sur ce qui a été fait auparavant : transmettre des savoirs pratiques directement applicables dans la vie quotidienne des futurs adultes.

1.1.2. Les sciences comme « la leçon de choses ».

Pour s'opposer à l'enseignement religieux, l'école primaire devient le sanctuaire du savoir rationnel. Les sciences y trouvent toute leur place. Des courants pédagogiques autour de cette discipline vont se développer. Le premier, qui trouve notamment sa place en Angleterre avec Alexander Bain, puis en France, est la « leçon de choses ». Dans ce courant, c'est l'observation des objets et des phénomènes courants qui est étudiée. Cela reste donc en corrélation avec l'enseignement des sciences des siècles précédents. Ici, l'élève va apprendre de façon empirique, en observant et en mettant en relation les informations prises. À travers cela, l'enseignant essaye de donner du sens au monde qui entoure l'enfant. Ces observations peuvent aussi avoir lieu lors d'expérimentations menées par le professeur. Cependant, on ne va pas laisser l'occasion à l'enfant de poser des questions ou de manipuler. C'est une façon de plus de montrer des phénomènes du

quotidien qui mettent en évidence des lois scientifiques. la leçon de choses est donc une superposition d'observations qui, imbriquées les unes dans les autres, permettent de découvrir des relations de cause à effet entre les objets ou de découvrir des lois scientifiques. Dans ce courant, la science n'est résumée qu'à une compétence : l'observation. Même si celle-ci tient une place importante dans cette discipline, elle ne la résume pas à elle seule.

En France, cette méthode d'enseignement est quelque peu changée. D'abord par Marie Pape-Carpentier qui s'adresse à un public d'enfants de maternelle. Plus que la leçon de choses, c'est la leçon de choses via les sens qu'elle met en avant. L'intuition des enfants, lors de la découverte des objets qui les entourent, est privilégiée par rapport aux principes amenés par les professeurs. L'enfant s'approprie le monde et en parallèle il apprend à parler puisque cette leçon de choses est toujours accompagnée par du langage. C'est donc une appréhension plus rigoureuse de son environnement que l'enfant développe ici. En élémentaire, encore une fois cette méthode évolue. Dans les classes, des collections d'objets de tout genre servent de point de départ de l'enseignement des sciences, avec une logique simple : « il suffit de voir pour comprendre. ». Ce n'est plus la leçon de choses, liant manipulations par le professeur et observations permettant la mise en évidence de relations, qui est présentée, mais seulement une leçon d'observation d'objets insolites qui induit des relations.

Au XXe siècle, la leçon de choses continue de s'imposer comme le courant pédagogique majeur. L'observation, la dénomination et la représentation des événements et des objets s'inscrivent dans le programme scolaire en France. L'expérimentation ne trouve donc pas sa place dans cet enseignement, mis à part quelques manipulations présentées par l'enseignant de façon magistrale. À la suite de celle-ci, c'est encore une fois le professeur qui dessine ou écrit ce qui aurait dû être observé par les élèves. Ces derniers ne sont que des observateurs. Ils ne sont pas actifs dans leur processus d'apprentissage.

Cependant, vers la moitié du XXe, cela change quelque peu. Les sciences naturelles, comme l'étude de la faune et de la flore, prennent une place de plus en plus importante. En effet, il devient possible aux élèves de manipuler lorsqu'il s'agit de fruits, de plantes, ou d'animaux tels que des têtards. Via ces éléments la leçon de choses se modifie plus dans le sens de Marie Pape-Carpentier. Les élèves n'ont plus seulement leurs yeux pour observer, ils peuvent utiliser d'autres sens. Des élevages et des jardins

apparaissent dans les écoles. Petit à petit, ils deviennent de plus en plus actifs dans leurs apprentissages même si cela reste minime.

Malgré ces avancées dans l'enseignement des sciences, cette discipline est surtout envisagée comme un regard porté sur le monde. Ce n'est pas une instruction de ce qu'est la science mais une tentative de démonstration du quotidien. Ceci permet cependant aux élèves d'adopter un regard plus réfléchi sur les objets qui les entourent et les phénomènes qu'ils côtoient. De plus, cela leur permet de bénéficier d'une culture commune qu'ils pourront partager plus tard.

1.1.3. Les sciences comme disciplines d'éveil

Suite à ce courant pédagogique centré sur les savoirs scientifiques, de nouvelles interrogations se posent. Faut-il favoriser les savoirs ou les démarches scientifiques ? Pour certains, une attention particulière doit être portée à « l'attitude scientifique ». Il ne suffit pas de faire apprendre des leçons, il faut aussi donner à l'enfant des méthodes de travail qu'il pourra appliquer dans sa vie. On passe donc d'une doctrine « il suffit de voir pour comprendre » à « il faut questionner pour comprendre ». A travers cette formulation, une nouvelle démarche voit le jour : on part maintenant du vécu de l'enfant. On cherche à comprendre les représentations qu'il a du monde qui l'entoure pour ensuite en formuler des problèmes. Dans un deuxième temps seulement, on utilisera les observations et les expérimentations pour répondre au problème. On se trouve donc dans la démarche inverse de celle utilisée lors de la leçon de choses. Dans un troisième temps seulement, la construction de traces, tels que des schémas, des dessins, des tableaux et autres, sera mise en place. Ici, c'est donc l'enfant qui est à l'origine de la méthode.

Cependant, ce courant pédagogique a du mal à trouver sa place en France. Alors que l'on voit apparaître cette façon de penser les sciences dès les années soixante, elle ne prend forme dans les programmes de l'école primaire qu'en 1977 sous forme de disciplines d'éveil. Sous ce nom, les sciences, mais aussi les arts, l'histoire et la géographie sont enseignés. On accorde plus d'importance à ces disciplines qui étaient considérées auparavant comme des moyens de reposer le cerveau de l'élève après une journée d'école. Les compétences qu'elles pouvaient développer n'étaient pas perçues par l'éducation nationale telles qu'elles le sont aujourd'hui. On reconnaît à travers cette réforme ce que l'on appelle aujourd'hui « questionner le monde ».

Les sciences dans ces disciplines d'éveil, ont une place particulière : c'est la première fois à l'école primaire que trois domaines des sciences sont sur le même pied d'égalité. La physique, la technologie et la biologie ont chacune leur place dans ces programmes. De même que pour la première fois, la méthode est au premier plan et les connaissances au second. Dans le contexte pédagogique où la « leçon des choses » mettait en avant les savoirs, cette réforme n'est pas très bien perçue par le public. En effet, les professeurs se heurtent à diverses difficultés. Ils doivent faire face aux questions des élèves et s'attacher à un enseignement de notions plus abstraites des sciences. De plus, l'école traverse une crise à cette époque. Le grand public préfère mettre en avant le lire, écrire, compter, plutôt que les disciplines d'éveil qui semblent pour lui plus accessoires. En 1985, les programmes mettent fin aux nombreuses controverses de l'époque en diminuant la place des sciences et des autres disciplines d'éveil, mais surtout, en ne laissant plus autant d'importance aux méthodes dans la didactique des sciences. Les démarches ne sont pourtant pas totalement abandonnées, mais les connaissances retrouvent une place plus centrale dans l'enseignement scientifique.

Pourtant en 1995, les programmes commencent à se recentrer sur l'enseignement des méthodes. C'est à cette époque que la démarche d'investigation apparaît dans le langage des didacticiens.

1.2. La démarche d'investigation.

1.2.1. Origine de la démarche d'investigation.

En 1992, à Chicago, un physicien décide de monter un programme pour aider les quartiers les plus défavorisés à lutter contre l'échec scolaire. Ce physicien est Léon Lederman et le programme se nomme *Hand's on*. À partir d'expérimentations, puis d'observations et de questionnements, il va permettre aux élèves de ces quartiers de construire des raisonnements et de développer l'écoute, mais surtout de retrouver l'envie d'apprendre. Pour permettre la réussite de ce programme, il met en place une formation pour les professeurs. Accompagnés de scientifiques, ils apprennent eux aussi à enseigner les sciences différemment et retrouvent peu à peu le plaisir d'enseigner dans ces milieux difficiles. À la même époque, Jerry Pine, décide d'aider, en Californie cette fois, de nombreux élèves vivant en dessous du seuil de pauvreté. De nouveau, les sciences sont le moyen utilisé. Là encore, cela fonctionne. Les élèves éprouvent du plaisir à apprendre.

Au regard de ces démarches, Georges Charpak, physicien (prix Nobel de physique en 1992), s'associe à Pierre Léna et Yves Quéré pour étudier le programme *hand's on*. À leur retour de Chicago, le ministère de l'éducation nationale décide d'ouvrir une expérimentation sur 350 classes en France, où Georges Charpak et ses confrères mènent leur programme *La main à la pâte*. Des ressources pédagogiques et scientifiques sont présentées aux professeurs des écoles primaires. De plus, comme aux États-Unis, un accompagnement des enseignants est proposé pour les former à cette nouvelle pédagogie. Petit à petit, la didactique des sciences inspirée de *La main à la pâte* se répand dans les écoles en France.

Avant l'arrivée de la démarche d'investigation dans l'école primaire, c'est une autre méthode qui est appliquée en classe : la méthode OHERIC (Observations, Hypothèses, Expérimentations, Résultats, Interprétations, Conclusions). Celle-ci est théorisée par Claude Bernard au XIX^{ème} siècle mais reste ancrée longtemps dans l'enseignement. C'est là un modèle idéalisé de la démarche des scientifiques. Elle est immobilisée dans des étapes définies qui ne laissent pas la place à l'interrogation des élèves. André Giordan va populariser cette méthode sans le vouloir. Alors qu'il voulait dénoncer l'enseignement très figé des sciences, de nombreuses personnes prennent cette démarche comme un modèle à suivre pas à pas. L'élève va donc copier une méthode, qui va lui apprendre la rigueur associée aux sciences entre autres, mais qui va aussi l'enfermer dans un modèle très guidé par le professeur. La recherche en elle-même n'est pas étudiée. Le cheminement qui mène au savoir est laissé de côté pour ne garder qu'une structure fixe liée aux connaissances. C'est sur ce point que la démarche d'investigation se distingue de la méthode OHERIC. En effet, c'est le questionnement des élèves sur le monde qui les entoure qui va être important dans cette démarche. Il n'y a pas de déroulement figé puisque ce sont les réflexions des enfants qui mènent la recherche. *La main à la pâte* justement, va être précurseur dans la mise en place de cette méthode en la favorisant dans les projets menés en classe.

La démarche d'investigation va donc se développer par la même occasion à travers le programme de *la main à la pâte*. En effet, les sciences ne sont plus seulement une accumulation de connaissances, elle permettent aussi de développer des compétences. L'enfant doit passer d'élève passif, à élève acteur dans le processus d'apprentissage.

1.2.2. Qu'est-ce que la démarche d'investigation ?

La démarche d'investigation est une façon d'enseigner les sciences mettant en avant la méthode, mais aussi les connaissances. En effet, les élèves sont en situation de recherche, ils ne sont plus passifs. Les résultats dépendent de leur investissement lors de l'étude du problème. La méthode est donc centrale. L'objectif va être de développer chez les élèves des comportements qui correspondent à ceux des chercheurs, mais aussi des comportements qu'ils pourront transposer dans d'autres domaines. Cependant, les connaissances sont aussi importantes. En effet, le point de départ de la démarche provient des élèves, tout comme la construction du savoir tout au long de celle-ci. La connaissance est donc mieux ancrée chez eux. Une recherche dont ils sont acteurs, va leur permettre de lever les obstacles qu'ils rencontrent pour élaborer ce savoir.

L'élève va donc être placé au centre de cette démarche. Comme il est dit précédemment, l'investigation enchaîne une succession de phases dont l'origine est l'élève. Nous parlons bien ici de phases et non pas d'étapes, puisque celles-ci se répondent et se complètent. Il n'y a pas de structure fixe, ou d'ordre chronologique arrêté. Cela dépend du questionnement des enfants. Voici un schéma qui résume la recherche menée avec les élèves en classe :

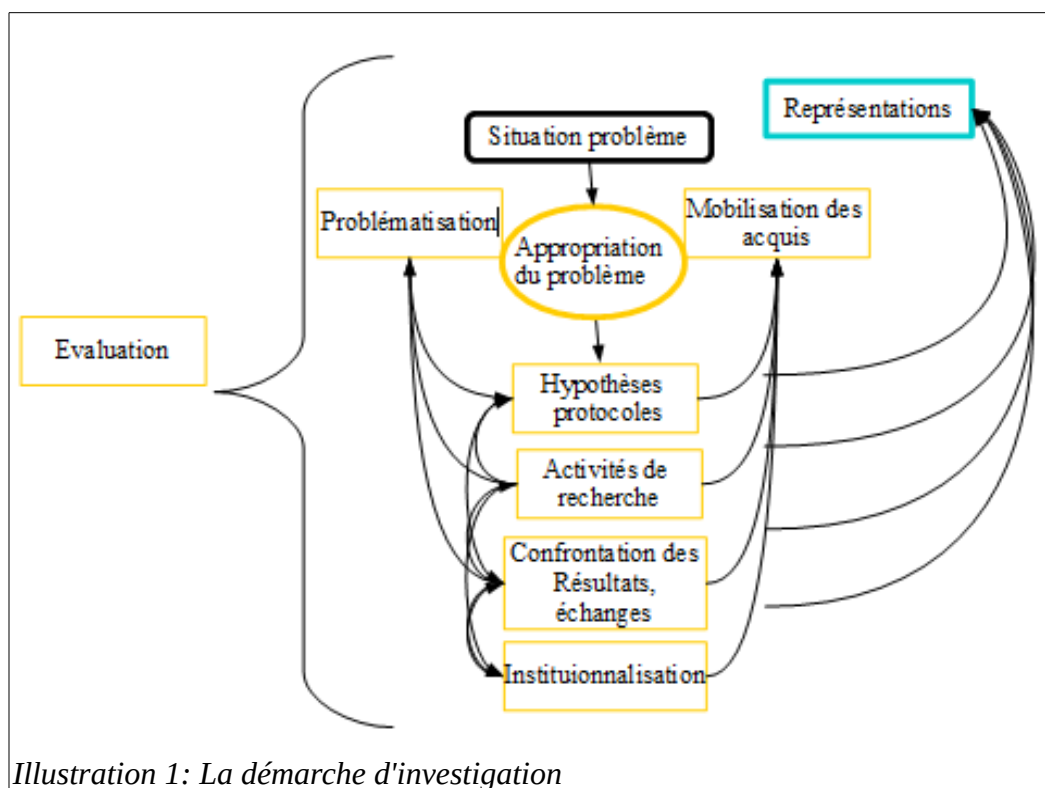


Illustration 1: La démarche d'investigation

Les flèches représentent donc ici, les aller-retour possibles entre toutes ces phases. Les représentations sont mises à l'écart, car tout comme l'évaluation, elles vont être présentes tout au long de la recherche.

Aussi appelées conceptions, ces représentations doivent être étudiées pour permettre la construction du savoir par les élèves. En effet, ces derniers ne viennent pas à l'école la tête vide, les représentations, qu'ils ont du monde qui les entoure, sont déjà présentes. C'est ce qui va leur permettre de comprendre leur environnement. Elles sont construites à partir de connaissances procédurales et de connaissances déclaratives. Ce sont donc les savoir-faire et les savoir théoriques que l'élève va mettre en relation pour donner du sens à ce qu'il a autour de lui. Elles sont bien souvent soit une explication fautive de la réalité, soit une interprétation bancale entre ce que l'élève voit et connaît. Cependant, c'est à partir de celles-ci que le savoir pourra être construit. Prendre connaissance de ses représentations, selon Christian Orange dans *Enseigner les sciences : problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*, c'est « comprendre qu'ils (les élèves) sont capables de développer, à partir de leurs connaissances, des explications cohérentes et intelligentes structurées par leur culture quotidienne. Ces explications leur rendent difficiles l'accès aux savoirs tel que le conçoit aujourd'hui le scientifique ». Il faut donc que les élèves déconstruisent leurs conceptions, pour reconstruire la connaissance, soit en apportant de nouveaux savoir et savoir-faire, soit en réorganisant leur savoir et savoir-faire. Il ne suffit donc pas de montrer une expérimentation pour que l'enfant change sa vision du monde. C'est en cela que la démarche d'investigation va différer de la méthode OHERIC.

La première phase de cette méthode, selon le schéma, est le choix d'une question. Cette phase doit être pensée en amont et réfléchi par le professeur. Tout d'abord, la question de départ doit être sélectionnée avec soin. Il faut un problème ouvert, mais qui pointe les notions à travailler. En effet, il ne doit pas induire de réponses, mais pour autant, il doit être assez précis pour cibler le savoir à étudier. Le choix de la formulation ou du vocabulaire, va donc être important, puisqu'il peut induire une réflexion particulière. Suite à cette question, qui doit aussi motiver et intéresser les élèves, il y aura un travail de problématisation en classe. Les notions sur lesquelles portera la recherche, le ou les points qui posent problème seront plus précisément définis. Karl Popper disait que « la science ne commence que s'il y a problème ». Il est donc essentiel, si l'on veut se référer à la pratique sociale du chercheur, de prendre le temps avec les élèves de comprendre et de construire ce problème.

Ensuite, les élèves vont essayer de répondre à la question. À partir de leurs connaissances, qui sont liées à leurs représentations, ils vont formuler des hypothèses qu'il faudra par la suite vérifier. Cette phase permet à tous d'exposer leurs idées. Un premier échange mis en place, permet une comparaison des conceptions des élèves. Ils vont se confronter aux obstacles que les uns et les autres vont apporter. L'enseignant peut aussi participer à cet échange en posant des questions qui vont solliciter une réflexion chez les élèves vis à vis de leurs représentations. Il va donc y avoir une première déconstruction de leurs conceptions. C'est une phase qui est donc elle aussi, essentielle à la construction du savoir. En plus de ce rôle de déconstruction, elle va aussi avoir un rôle d'organisation. En effet, les élèves vont pouvoir construire un protocole de recherche. Ils vont chercher le matériel dont ils ont besoin pour vérifier leurs hypothèses, essayer de penser aux étapes, et communiquer cela à la classe. Grâce à ce travail, il est possible de dégager les paramètres des expérimentations, ou de mettre en évidence les incohérences dans les propositions des élèves. Ils vont parfois se rendre compte eux-mêmes, avant la recherche, que leurs hypothèses ne sont pas correctes. Un retour sur la recherche de ces dernières pourra donc être fait.

Les activités de recherches ne pourront commencer qu'à partir de ce moment-là. Nous parlons d'activités, car il existe plusieurs façons de vérifier une hypothèse. Il y a d'abord l'observation, souvent enseignée lors des siècles précédents. Par exemple, observation d'animaux lors d'un élevage, observation des phases de la lune pendant une période donnée ou encore de l'évolution du paysage au fil de l'année. La recherche par expérimentation est aussi très sollicitée à l'école. Le protocole va avoir ici un rôle fondamental. Pour qu'une expérience fonctionne, il ne faut varier qu'un paramètre à la fois et le recueil des résultats se fait par mesure ou par observation. Une autre méthode de recherches est celle qui se fait par tâtonnement expérimental. Celle-ci peut prendre plus de temps puisqu'il faut prévoir plusieurs essais. Ici, c'est la comparaison des résultats qui permettra de répondre au problème. Ensuite, il est possible de raisonner par analogie, par modélisation. L'élève peut vérifier un modèle en le construisant. Par exemple, pour vérifier l'alternance jour- nuit, il est possible d'utiliser des boules en polystyrène et une lampe pour représenter les planètes et le soleil. Enfin, la recherche documentaire permet aussi de vérifier une hypothèse. Cette investigation peut se faire à travers des lectures de documents, de visionnage de vidéo, mais aussi via des interviews de personnes compétentes. Le point commun entre toutes ces activités est la rigueur. Que ce soit pour observer, mesurer, comparer,, modéliser ou trouver une information, il

est essentiel que les élèves soient précis et fassent attention aux résultats. Tous les paramètres doivent entrer en jeu et être respectés pour que chaque activité puisse apporter une réponse adéquate au problème donné. Les élèves vont donc apprendre une des compétences primordiales du chercheur : la rigueur.

Cette phase de recherche va aboutir sur un échange avec les autres élèves. Les résultats obtenus vont pouvoir être exposés au reste de la classe. Ils seront comparés avec les hypothèses de départ. Une validation ou non devra être effectuée par les élèves eux-mêmes. Encore une fois, cela va permettre la mise en évidence d'incohérences dans les différentes conceptions. La déconstruction des représentations se fera en grande partie ici, grâce aux preuves qui montrent la non validité de ces dernières. C'est aussi une phase essentielle qui nécessite de s'y attarder en classe. Plus l'exposition des résultats sera claire, notamment sur la réalisation de l'expérience et le lien avec l'hypothèse, plus la représentation liée à celle-ci pourra être déconstruite. C'est seulement à ce moment que d'autres hypothèses pourront prendre place dans la tête de l'enfant.

La phase suivante, est celle de l'interprétation. Elle est très liée à l'exposition des résultats. Alors que cette dernière permettait de déconstruire les représentations, l'échange interprétatif va permettre, entre autres, de construire le savoir. Ici, l'argumentation, la justification et la mise en évidence des liens de causes à effets vont entraîner une organisation de celui-ci. Chaque élément combiné permettra de consolider la connaissance. De plus, le fait de s'appuyer sur des arguments liés à leurs propres recherches, permet aux élèves de mieux comprendre les liens entre les savoirs, et de mieux les ancrer en eux. Ce n'est plus seulement un apprentissage superficiel ici, la compréhension devient le point central de l'enseignement et donc de la connaissance. Ces débats peuvent aussi aboutir à de nouvelles hypothèses, de nouvelles interrogations, ou un nouveau besoin de recherches. Ils n'aboutissent pas forcément dès la première fois à un savoir construit et solide. Cependant, cette confrontation est indispensable à la construction du savoir si l'on veut que l'élève soit l'acteur principal dans ce processus. Les activités de recherches ne permettent pas à elles seules de prouver que telle ou telle représentation est fautive, l'argumentation peut, elle, se charger de cela.

Néanmoins, l'interprétation et les débats ont eux aussi besoin d'un soutien pour que le savoir soit clair. L'institutionnalisation, ou la conclusion sur le schéma, permettra d'organiser, de synthétiser et de valider toutes les connaissances à retenir. Cette phase de structuration du savoir a un rôle majeur. Elle peut intervenir à tous moments de la

démarche. C'est aussi un moyen d'apprendre aux élèves à organiser leurs connaissances. Il va donc y avoir une validation ou non des hypothèses et une réponse apportée au problème posé au départ. Mais surtout une mise en valeur des connaissances et compétences travaillées tout au long de la démarche sera expliquée aux élèves. Le fait d'être aussi explicite sur ces points, permettra à la classe de réinvestir les apprentissages dans d'autres contextes et donc de s'approprier les différents compétences.

Cette démarche permet donc aux élèves de développer de nombreuses compétences, telles que la rigueur, l'organisation, ou la structuration cognitive. De plus, les connaissances à travers le vocabulaire utilisé, mais aussi la déconstruction des conceptions sont travaillées. Mais de nombreuses autres compétences sont aussi étudiées : l'expression orale, l'expression écrite, l'argumentation, l'écoute etc. Cette démarche est utilisée en sciences, mais elle permet aux élèves de maîtriser des notions transposables dans de nombreuses autres disciplines. Cette démarche est désormais inscrite dans les programmes, et ce depuis quelques années.

1.3. La démarche d'investigation. en classe.

1.3.1. La démarche d'investigation dans les programmes de 2000 à 2016.

La démarche d'investigation apparaît clairement dans les programmes en 2002. Il est préconisé de « privilégier l'action directe et l'expérimentation des élèves ». L'enfant est donc actif dans ses apprentissages, comme lors des activités de recherches d'une démarche d'investigation. En 2007, tous les pays européens adoptent la pédagogie des sciences. En France, elle entre de façon beaucoup plus détaillée dans les programmes de collège de 2008. La pratique sociale de référence du chercheur devient celle que l'on enseigne. L'apprenant est acteur de ses apprentissages. Toujours en 2008, en cycle 3 cette fois, pour les sciences expérimentales et la technologie, il est écrit : observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple selon l'esprit de la main à la pâte, sont essentiels [...]. C'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises 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. La place de la démarche est donc de plus en plus importante. De nouveau, en 2011, le livret personnel de compétences fait référence à cette pédagogie. Pourtant dans les programmes de 2012, Il n'y a qu'en cycle 2 que cette

recherche par investigation apparaît. Cette approche des sciences est donc présente depuis un certain temps à l'école. Cependant, la place qui lui est accordée varie au cours des différents programmes. Il faut attendre ceux de 2015 pour que la démarche d'investigation ait une place aussi bien en cycle 1 qu'en cycle 3, avec bien évidemment, des adaptations selon les niveaux. En cycle 1, on la retrouve dans la rubrique explorer le monde du vivant, des objets et de la matière : « Pour les aider à découvrir, organiser et comprendre le monde qui les entoure, l'enseignant propose des activités qui amènent les enfants à observer, formuler des interrogations plus rationnelles, construire des relations entre les phénomènes observés, prévoir des conséquences, identifier des caractéristiques susceptibles d'être catégorisées ». Ici, se dessinent déjà les compétences travaillées avec la démarche : la formulation de problèmes, par exemple, essentielle à la recherche scientifique ou la mise en évidence de relations. Même en cycle 1, sans forcément mener une démarche comme présentée précédemment, on peut commencer à travailler sur certains points. N'oublions pas que l'intérêt de cette pédagogie est aussi la liberté qu'il y a entre les phases. Elle ne nécessite pas un suivi minutieux, étapes par étapes, mais permet de découvrir ce que sont les sciences, surtout en maternelle. En cycle 2, le terme de démarche d'investigation est directement employé, dans Questionner le monde, Pratiquer des démarches scientifiques : « Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une DI : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion. ». Là encore, il n'est pas demandé de mener une démarche entière, mais au moins d'initier les élèves à la recherche, de les rendre actifs et même acteurs dans l'acquisition du savoir. Enfin, en cycle 3, dans sciences et technologie, Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques, il est encore question de cette démarche. L'essentielle étant de développer chez les élèves des comportements et compétences liés à cette pédagogie, mais qui pourront ensuite être transposés ailleurs.

En plus d'avoir une place importante dans les programmes de sciences à l'école primaire, la démarche d'investigation est aussi présente dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture, notamment dans le domaine 4 intitulé : les systèmes naturels et les systèmes techniques. Sa place dans ce socle montre l'importance que l'éducation nationale donne à cette démarche. Elle permettra à l'élève de se construire, puisqu'il développera des compétences essentielles pour sa vie de citoyen. Et pourtant, malgré la demande institutionnelle et les nombreux avantages que l'on peut trouver à cette pédagogie, elle n'a pas trouvé sa place rapidement en classe.

Les enseignants éprouvent des difficultés à la mettre en œuvre en classe, et ce, pour plusieurs raisons.

1.3.2. Les difficultés de mise en place de la démarche d'investigation en classe.

Tout d'abord, selon certains auteurs, les programmes, même s'ils l'imposent comme méthode à suivre, ne présentent pas la démarche d'investigation comme telle. Ils ont tendance à présenter les 7 étapes comme dans la démarche OHERIC. Les enseignants vont donc souvent suivre un parcours prédéfini sans mettre en place les aller-retours qui sont présents entre toutes les phases. Cela se ressent aussi dans certains manuels scolaires qui ne permettent pas un réinvestissement de la méthode mais plutôt un apprentissage des « étapes » de cette dernière. Or, il faut se détacher de cette idée de recette à suivre pour que la méthode d'investigation fonctionne. La liberté de revenir à certaines phases doit être possible pour les élèves. Il faut que ce soient eux qui recherchent et on ne doit pas leur imposer une façon de faire. C'est aux élèves aidés du professeur et non pas au professeur aidé des élèves de déconstruire les conceptions et de reconstruire le savoir.

En 2016, une étude PISA (Programme International pour le Suivi de Acquis des élèves) est publiée. La France n'est pas bien placée dans l'enseignement des sciences. Cela peut être dû à plusieurs raisons. Premièrement, les enseignants ont majoritairement un cursus littéraire. Ils ne sont donc pas tous à l'aise avec le domaine scientifique. Il peut d'ailleurs faire peur, notamment avec la démarche d'investigation qui laisse une part de liberté dans le questionnement des élèves. Les professeurs ne peuvent pas maîtriser tous les paramètres des échanges, des débats. Le fait de ne pas avoir de réponses à donner à l'enfant peut inquiéter. Pourtant, en montrant à l'apprenant que se tromper est autorisé, il peut accepter qu'il ne sait pas, qu'il est normal de ne pas tout savoir. De plus, il se rend compte de la nécessité de chercher. Cette part d'incertitude se retrouve aussi dans les expériences. En effet, certaines peuvent fonctionner, mais en utilisant d'autres paramètres que ceux du professeur. Une autre problématique peut apparaître. Il faut donc savoir accepter les solutions apportées par les élèves, mais aussi recentrer sur la notion travaillée. Par ailleurs, d'autres activités de recherches peuvent ne pas fonctionner alors qu'elles devraient apporter la solution au problème. Encore une fois, c'est à l'enseignant de rebondir pour aider les élèves à comprendre les notions. Cependant, même si le professeur doit être là pour aider dans la démarche, il ne doit pas donner de réponses ou trop induire le chemin à prendre. C'est là une des grandes

difficultés souvent rencontrées par les enseignants. Un tutorat trop fort nuit à la démarche, puisque l'élève n'est plus tout à fait actif dans la construction du savoir. Cet étayage parfois trop marqué peut se retrouver plusieurs fois au cours de la démarche. Selon des études (citées par Marzin, Janvier 2016), les enseignants vont avoir des difficultés à problématiser les éléments du programme. Ils vont proposer des questions qui induisent des réponses, ou des façons de chercher en particulier. Ceci va empêcher les élèves d'exposer leurs conceptions. Le contrat didactique entre eux et leur professeur, à travers la question, va les pousser à répondre en voulant donner une « bonne réponse », ou à répondre ce que semble attendre le professeur. Or si le problème de départ n'est pas approprié par les élèves, toute la démarche qui suivra sera faussée. Les conceptions initiales ne seront pas prises en compte et ne pourront donc pas être déconstruites. Les nouveaux savoirs se superposeront, dans le meilleur des cas aux représentations, mais ne seront pas assimilés correctement. Cet étayage trop important se retrouve aussi souvent lors des débats. L'enseignant peut ne mettre en évidence que les réponses qui feront avancer la réflexion dans le sens de progression de la séquence. Encore une fois, cela ne permet pas de déconstruire toutes les représentations. De plus, ce ne seront plus les élèves, grâce aux échanges collectifs qui feront des liens de causes à effets, mais le professeur. C'est aussi le cas lorsqu'il analyse les résultats des expériences. Il ne doit être là que pour aider, et non pas faire à la place de la classe. Que ce soit lors des débats ou des analyses résultats, l'enseignant doit s'effacer le plus possible, pour que les élèves puissent tirer des conclusions ensemble.

Mais si de nombreux professeurs ont tendance à agir ainsi, c'est que la démarche d'investigation est chronophage. Pour arriver à la conclusion rapidement, et de peur que les élèves ne se lassent, l'enseignant prend parfois à sa charge des phases indispensables à la construction du savoir. Son rôle est pourtant de n'être que médiateur et d'étayer de façon discrète dans toutes les phases de la démarche.

Comme on peut s'en apercevoir, les échanges et les débats scientifiques ont une place très importante dans l'apprentissage des sciences. Mais c'est aussi un point qui peut poser problème aux enseignants. Nous allons donc maintenant, nous intéresser à ces temps d'échanges en classe et aux temps de structuration qui peuvent suivre.

2. Du débat à l'institutionnalisation.

2.1. Les débats à l'école.

Dans les programmes de 2016, la place de l'oral est aussi importante que l'écrit. Un des moyens qui permet d'atteindre les objectifs fixés par l'institution est donc de pratiquer des débats en classe. Ce mot peut englober de nombreux éléments. En effet, les nombreux échanges produits en classe peuvent être considérés comme des débats. Quelque soit la discipline travaillée, il est possible de travailler les compétences à travers ces temps collectifs.

Lorsque l'on décide de mettre en place un débat dans sa classe, il est important de prendre en compte le contexte dans lequel on se trouve. En effet, il existe plusieurs types de discussions. On peut établir quatre principales orientations : les débats de vie de classes, les débats liés à la construction du jugement, les débats philosophiques et les débats scientifiques. Dans chacun des cas, l'aboutissement du débat, la place des différents acteurs, le but ou encore le sujet du débat vont varier.

Dans les débats de vie de classe (Billouet, Depierre, Husson, Lamarre & Touzeau, 2007, p.64-65) , on peut retrouver : les débats instituants qui concernent la mise en place des règles de vie commune, les débats gestionnaires qui permettent de prendre des décisions temporaires et les débats régulateurs qui gèrent des cas singuliers. Ici, les élèves sont considérés comme des membre de la communauté, ils devront assumer la progression et le suivi des règles mises en place, tout comme l'enseignant. De plus, ce dernier sera aussi garant des décisions prises. Le but est donc de mettre en place un cadre, une institution vers un objectif commun. Les élèves devront exprimer leur avis, mais aussi prendre en compte la situation de départ ainsi que le cadre dans lequel ils se trouvent déjà. Le débat peut prendre fin grâce à un vote par exemple. La décision qui remporte le plus de voix sera celle choisie. L'enseignant atteste évidemment que cela reste dans le respect d'autrui et des lois. Il est donc possible de conclure avec une décision collective.

Les débats liés à la construction de jugement, sont souvent rattachés à l'art et à la littérature. Ils peuvent avoir une visée expressive, interprétative ou technique. Les élèves deviennent des personnes capables de raisonner à propos d'une œuvre. Ils peuvent avoir un avis subjectif lié à la compréhension de ce qu'ils ont lu, vu, écouté etc. Ils vont donc développer une certaine sensibilité. L'enseignant sera là pour permettre aux élèves d'exprimer leurs émotions, leurs sentiments. Grâce à lui, le respect d'autrui est garanti, ce qui favorise l'expression des enfants. L'objectif sera de construire un

jugement esthétique et personnel. Les élèves découvrent ainsi l'affect qu'une œuvre peut véhiculer. Ils vont formuler leur avis, leurs impressions tout en prenant en compte ceux des autres. À la fin d'un débat interprétatif, une réponse unique ne peut pas être apportée. Cependant, il est possible d'avoir une trace commune, ce qui permet une ouverture à l'autre. C'est donc plus une progression personnelle que collective à laquelle on aboutit.

Les débats philosophiques, ou réflexifs, positionnent l'élève comme quelqu'un pouvant formuler des questions universelles, mais surtout devant construire une argumentation raisonnable. Le professeur autorise l'expression mais aussi le silence. Grâce à ces débats, les élèves vont apprendre à remettre en cause leur thèse, mais aussi prendre conscience de l'étendue plus ou moins importante de leur connaissances. De plus, ils vont exprimer des idées qui vont être soumises à la réflexion collective. Une trace individuelle sera donc pertinente, puisque c'est l'évolution, tant au niveau du parcours que du résultat, qui aura une importance.

Enfin, les débats scientifiques peuvent concerner les mathématiques, les sciences expérimentales ou encore l'histoire. Les élèves vont devoir construire un raisonnement à l'aide de l'enseignant. En effet, en tant que régulateur et personne-ressource, il va pouvoir orienter la recherche et l'institutionnaliser. Effectivement, ici, l'objectif est de faire évoluer les représentations sur lesquelles reposent les hypothèses, mais c'est aussi de répondre à un problème, et donc d'aboutir à une réponse. Il sera donc nécessaire de formuler une solution commune que toute la classe aura approuvée comme résultat d'une recherche.

Dans chacun des cas précédents, les débats permettront de développer plusieurs compétences, notamment l'écoute des autres et l'expression orale. Certaines seront cependant spécifiques à l'un ou l'autre des débats. Nous allons nous intéresser plus précisément aux débats scientifiques.

2.2. Les débats scientifiques.

Selon Laurent Husson, dans *Débattre, Pratiques scolaire et démarches éducatives* (chap II, B., p.55), « Le débat est l'organisation pédagogique d'une procédure de confrontation entre des personnes qui sont engagées dans une même activité de recherche. ». Cependant, il existe encore des différences au sein des débats scientifiques, notamment selon leur support. Ils peuvent porter sur des propositions d'hypothèses, sur des interprétations de documents, sur des analyses de résultats etc.

Cela va donc avoir une influence sur l'orientation du débat, selon que l'on se focalise sur la recherche d'explications ou sur les expérimentations. Néanmoins, nous pouvons repérer des caractéristiques communes aux deux orientations :

- l'élève propose ses propres idées qu'il va devoir argumenter ;
- les discussions sont souvent collectives et menées par l'enseignant. Il ne valide cependant jamais une idée, cela n'est pas son rôle.

Les débats explicatifs eux, porteront sur des explications de phénomènes, ils essaieront de répondre à un problème scientifique, alors que les débats méthodologiques essaieront de comprendre les fonctions de l'expérimentation, comprendre la méthode de recherche.

Il y a donc un double objectif à cette pédagogie. D'abord, elle renvoie à la pratique sociale de référence du chercheur qui a besoin de communiquer, d'échanger, de discuter pour avancer dans sa recherche et être validé par la communauté scientifique. Mais les débats permettent aussi la transformation des représentations des élèves. La confrontation des hypothèses, des résultats et des méthodologies est nécessaire à la construction du savoir. De plus, contrairement aux autres débats cités plus haut, les sciences vont essayer de différencier le vrai du faux. Ce ne sera donc ni la même réflexion pour les élèves, ni le même résultat final que lors des débats de vie de classe par exemple. En effet, il s'agit ici, d'éliminer une idée fautive, qui ne doit, en théorie, pas revenir. Mais, ceci ne sera pas seulement du ressort des débats, puisqu'à travers les activités de recherche les élèves pourront aussi mettre en évidence les hypothèses invalides.

Les apprenants vont donc devoir apporter des arguments qui défendent leurs thèses. Parfois en groupe ou seul, ils vont construire des liens entre leurs connaissances, leurs représentations et le problème posé pour y répondre. Pour cela, ils vont se placer dans un dialogue. Plantin, dans *L'argumentation*, explique que l'on peut trouver trois positions possibles :

- ceux qui proposent une thèse avec des arguments ;
- ceux qui s'opposent à la thèse toujours en s'appuyant sur des arguments ;
- ceux qui ne prennent pas parti, mais qui doutent.

Même si cela paraît bien délimité, un même élève peut avoir plusieurs positionnements en même temps, voire les trois dans un même débat. Cela voudrait dire que l'objectif principal, qui est de faire évoluer l'enfant sur ses propres connaissances, est atteint.

Mais pour que cela puisse se faire, les élèves doivent pouvoir se comprendre entre eux. Pendant les débats il doit donc aussi y avoir des échanges qui permettent de

se mettre d'accord sur la définition de l'idée. Dans ce cas, le débat n'avance plus, mais la phase reste essentielle pour que la représentation soit prise en compte. En plus de reformuler la thèse, cela permet aussi de la détacher du débat. En effet, les élèves peuvent la prendre en compte comme modèle pour répondre au problème initial, mais ils peuvent aussi lui accorder un statut plus général, qui se détache du contexte. Ceci est notamment valable lorsque l'on parle de méthodologie dans la recherche. Il est donc important, lors de ces phases d'échange et quand cela est nécessaire de prendre le temps de reformuler, de réexpliquer une idée. Encore une fois la construction du savoir passera non seulement par la confrontation des arguments mais aussi par la clarification des différentes thèses. Ceci permet d'anticiper sur l'institutionnalisation, puisque déjà dans l'échange, une organisation se construit.

Pour que chacun puisse s'exprimer lors de ces échanges, il est donc important que l'enseignant soit garant d'un climat de classe serein. Il doit faire attention à tous, sans jamais donner son avis. Cela ne doit pas pour autant l'empêcher de demander des précisions par rapport à l'une ou l'autre des thèses. Le professeur doit d'ailleurs favoriser l'échange d'arguments, et pour cela, il sera régulateur. Son rôle sera aussi décisif en amont du débat. En effet, lorsqu'il y a des productions à présenter à la classe ou des hypothèses à formuler, il est intéressant de faire travailler les élèves par groupes homogènes pour que toutes les conceptions puissent émerger. C'est donc à l'enseignant d'organiser les groupes ainsi que l'ordre de prise de parole et ainsi de favoriser l'émergence d'arguments. En plus de tout cela, il peut aussi recadrer le débat lorsque celui-ci s'éloigne de l'objectif initial. Il faut cependant faire attention à écouter et recevoir les questions des élèves, sans quoi certains pourraient avoir l'impression que leur parole a moins d'importance que celle des autres. Ils auraient donc tendance à moins s'impliquer dans le débat, donc dans la construction de leur savoir. Le rôle de l'enseignant est complexe. Il est important d'y attacher une attention particulière pour ne pas perdre le sens des débats scientifiques dans une démarche d'investigation.

Tout ceci nous amène donc à nous poser la question de l'institutionnalisation. Les élèves après avoir débattu, vont avoir besoin de cette phase. Quels sont donc les enjeux de celle-ci ?

2.3. L'institutionnalisation

Nous pouvons définir la phase d'institutionnalisation comme une phase d'acquisition et de structuration du savoir. Elle est aussi importante que les autres

moments de la démarche d'investigation. Elle permet de clôturer la recherche mais aussi de faire un point sur les connaissances nouvellement apprises. Ces dernières concernent donc les savoirs scientifiques en jeux mais aussi les démarches employées. Un point sur les compétences développées est aussi essentiel pour permettre leur réinvestissement. Cette institutionnalisation se fera avec les élèves, mais pourra être menée par le professeur. La structuration étant importante pour que tout le monde puisse comprendre et réinvestir les savoirs, il est nécessaire qu'elle soit organisée et préparée aussi en amont. Pour autant, cela ne doit pas se transformer en cours magistral avec un exposé des connaissances successives. Il est important de faire le lien avec le reste de la démarche. La confrontation des résultats obtenus avec les hypothèses initiales, la compréhension des protocoles, donc des méthodes utilisées, l'analyse des expériences, les confrontations de groupes et toute la démarche peuvent être institutionnalisées ce qui permet aux élèves de comprendre ce que sont les sciences.

Il est important de noter que cette phase ne doit pas se faire seulement à la fin de l'investigation. À tout moment de la recherche, il est possible d'institutionnaliser sur un terme de vocabulaire, sur une méthode de recherche, ou sur un savoir nécessaire à la compréhension du problème. Il est possible de laisser les élèves chercher à nouveau, mais pour rester centré sur la problématique, l'enseignant peut se servir de ressources et expliquer un élément. En effet, il ne faut pas que la classe se perde dans les difficultés, et donc se lasse de la recherche. Au cours de la démarche, une structuration est donc souvent nécessaire. Celle-ci peut se faire à l'oral, mais dans ce cas, il est peu probable que les élèves la retiennent au-delà de la séquence travaillée. C'est pourquoi, une trace écrite peut sembler utile puisque les élèves pourront s'en servir d'outil et ainsi réinvestir les connaissances.

Cependant, un texte simple, juxtaposant les savoirs en fin de séquence n'est pas pour autant pertinent. Le travail de recherche, d'argumentation et d'explication ne peut pas non plus se trouver entièrement dans la trace écrite finale. Il faut donc aboutir à un texte synthétique mais dans lequel le raisonnement utilisé tout au long de la démarche peut avoir sa place.

Nous avons là une difficulté importante : la mise en texte de l'argumentation. Lors des débats, la prise de notes, par le professeur ou par les élèves, peut casser la dynamique des échanges comme nous le verrons plus tard. De plus, les arguments avancés restent très ancrés dans le contexte. Malgré les phases de reformulation au sein même de la discussion, qui reste complexe à mettre en place en élémentaire,

l'abstraction des arguments ne se fait pas facilement. Enfin, pour construire un savoir scientifique, il est important de mettre en évidence les possibilités auxquelles doivent répondre les solutions apportées. C.Orange (2012) appelle cela les nécessités (ex : sur un travail sur la nutrition, les nécessités sont : le tri, la transformation, la distribution). Or celles-ci n'apparaissent pas de manière spontanée aux élèves, même si elles sont souvent implicites dans leurs arguments. Tout ceci va impliquer des difficultés à construire un texte cohérent et logique sur lequel les élèves doivent pouvoir s'appuyer.

Pour surmonter ce problème, il faut déjà que les élèves arrivent à se détacher de la charge émotionnelle liée à leurs hypothèses d'origine. S'ils prennent la parole et expriment leur point de vue, ils vont avoir du mal à prendre du recul sur leur thèse. C'est pourquoi, il est important que tous les élèves puissent tester leurs hypothèses, mais aussi celles des autres. La comparaison sera plus simple, et ils l'accepteront mieux s'ils peuvent l'observer eux-mêmes. Mais lors des débats, il est aussi possible de diminuer cette charge émotionnelle, notamment en décontextualisant les arguments. Il va être important de décentrer les élèves de leur propre raisonnement, notamment en sortant certains arguments des discussions, puis en travaillant individuellement ou collectivement sur ces derniers. Il faudra aller vers une abstraction des raisonnements afin de construire un savoir raisonné par la suite. Cependant, une fois que ces arguments sont extraits du contexte d'origine et des charges émotionnelles, il faut réussir à en déduire les nécessités. Ceci permettra d'avoir un texte raisonné avec les liens logiques qui permettent d'expliquer les fonctionnements des événements. Ces conditions de possibilités liés aux phénomènes, une fois établies, pourront permettre une organisation plus évidente pour les élèves. Dans la trace finale, qui peut se trouver sous forme de texte, de schéma ou encore de tableau, les élèves auront donc la connaissance visée, mais aussi les liens logiques qui leur permettent de donner du sens au savoir. Les arguments seront bien là pour soutenir une explication de phénomènes ou de méthodologie.

L'institutionnalisation reste donc complexe à mettre en place. De plus, c'est souvent un travail qui est moins approfondi que les phases précédentes. En effet, les professeurs ont tendance à privilégier la manipulation ou les moments dans lesquels les élèves sont en situation de découverte ou de recherche active. Ces phases où les élèves semblent moins passifs, sont parfois considérées comme suffisantes dans la construction du savoir. Or, l'étape de structuration, dans laquelle les élèves peuvent aussi être

acteurs, est essentielle pour qu'ils puissent élaborer les connaissances. Il faut donc prendre le temps de composer une trace qu'ils pourront réinvestir.

Nous allons désormais, au regard de ces explications, analyser une séquence de sciences en cycle 2. Plus précisément, nous travaillerons sur le lien entre les échanges de classe et la trace écrite finale.

3. Analyse en situation de classe.

3.1. Méthodologie de recherche.

Pour analyser les liens entre les débats et les institutionnalisations dans une démarche d'investigation, une séquence en sciences dans une classe de 16 élèves de CE2 en milieu rural a été menée. Celle-ci permet d'introduire la notion de l'air à travers la construction d'objets techniques. En effet, le but pour les élèves était de trouver un moyen de ralentir la chute d'un objet. L'idée du parachute peut nous sembler évidente en tant qu'adulte, mais les enfants ont eu besoin d'une plus longue réflexion pour arriver à cela. Cependant, le fait que l'air soit impliqué dans le ralentissement de la chute a pu rapidement émerger dans leur raisonnement.

Les objectifs de cette séquence étaient donc à la fois ciblés sur la connaissance et le savoir-faire, mais aussi sur la méthodologie. Voici ceux que j'ai choisi de travailler plus particulièrement :

- Imaginer et réaliser des objets techniques en suivant un schéma de montage ;
- Mettre en évidence l'existence de l'air ;
- Pratiquer avec l'aide du professeur quelques moments d'une démarche d'investigation.

Cette séquence s'est déroulée en 6 séances en période 2. Le choix a été de faire un recueil des représentations sur l'existence de l'air bien avant de commencer la démarche. Le travail sur le lien entre l'air et le ralentissement de l'objet n'était donc pas trop induit lors des premières recherches.

À partir d'une situation simple, les élèves ont d'abord dû s'appropriier le problème. Devant eux, j'ai laissé tomber une gomme d'une certaine hauteur. Nous avons ensuite problématisé le phénomène. Après un temps de discussion et d'échange, la question « Comment ralentir la chute d'une gomme lorsqu'on la lâche ? » fut celle choisie. Les élèves ont donc cherché à répondre à cette dernière tout au long de la démarche. Une fiche séquence a été préparée (*cf: annexe 1*) mais n'a pas toujours été

suivie. En effet, plus encore que les connaissances, c'est la méthodologie qui a été étudiée pendant cette période. Les élèves ont construit peu à peu la recherche ensemble. Les notions de mesure de paramètres, d'expériences témoins et de comparaison ont été découvertes petit à petit comme une nécessité dans l'investigation. Il a donc fallu plusieurs phases d'échange suivit de manipulation pour arriver à répondre au problème. La fiche séquence a surtout servi de cadre à suivre pour accompagner les élèves plutôt que d'étapes à faire impérativement.

Dans chacune des séances, une phase de discussion a été organisée, que ce soit lors de la confrontation d'hypothèses, lors de la construction des schémas de montage ou encore lors des comparaisons de résultats. Cependant, dans cette analyse, je n'ai sélectionné que quelques uns de ces échanges qui me semblaient intéressants d'étudier par rapport à notre problématique. Il est important de préciser que les débats ne sont pas une pratique inconnue pour cette classe. Les élèves ont notamment participé à des conseils d'élèves instaurés une fois par semaine, ce qui leur a permis de travailler des compétences transversales telles que le respect de la parole de l'autre ou l'écoute. Des aides avaient été mises en place (comme le bâton de la parole), mais elles n'ont pas été reconduites ici. Cependant, les règles sont respectées. La classe n'était donc pas déstabilisée par cette pratique pédagogique.

Pour mener l'analyse, j'ai décidé de suivre l'évolution d'une nécessité au cours de trois débats. Celle-ci concerne la méthodologie, puisque c'est la nécessité de comparer le temps de chute. J'ai donc retenu un premier débat dans lequel l'idée émerge, un second dans lequel elle devrait prendre forme et un dernier où les élèves se l'approprient. Ceci nous amène ensuite à l'institutionnalisation de fin de séquence dans laquelle la nécessité doit permettre de mettre du sens entre les connaissances.

Pour analyser tout cela, les débats ont été enregistrés en vidéo. Cela m'a permis de voir l'évolution des arguments, mais surtout d'observer s'il y avait une prise compte des arguments des uns et des autres au fil des discussions. J'ai retranscrit les discussions dans ce mémoire (*Cf: annexes 2, 3, 4*). P sera utilisé pour indiquer la parole de la professeure, EE lorsque plusieurs élèves prennent la parole et le prénom de chacun d'eux pour les autres prises de parole. De plus, j'ai récolté des traces écrites des élèves afin d'évaluer ce que chacun retenait des débats. J'ai gardé, dans les extraits présentés plus tard, l'orthographe des élèves.

Nous allons maintenant analyser toutes ces données afin des les mettre en relation avec la trace écrite finale.

3.2.Résultats : les débats.

3.2.1. Place de l'enseignante dans les débats.

Lorsque l'on étudie les données, on remarque la place importante que prend la professeure. Ceci va avoir un impact sur la construction des connaissances par les élèves.

En CE2, ils ont besoin d'être accompagnés dans la démarche d'investigation. Cependant, il est nécessaire de faire formuler les idées, les hypothèses, les arguments par les apprenants pour qu'ils prennent en charge l'élaboration du savoir. Dans le premier extrait de débat, l'enseignante intervient sept fois pour poser des questions, comme dans le troisième extrait, alors qu'elle ne prend la parole que deux fois dans le deuxième extrait. Elle possède donc 30 % des tours de parole. Nous pouvons parler d'un tutorat fort (Villeret.O, *Journées d'étude « Activités de l'Enseignant débutant et activités pour débiter »* Nantes, Juin 2015). Il est nécessaire, effectivement, de soutenir les élèves dans leurs apprentissages, mais cela ne doit pas les empêcher d'atteindre ce but. En intervenant aussi régulièrement, l'enseignante prémâche le travail, ce qui peut influencer sur la compréhension des liens entre les savoirs pour les élèves.

Nous allons analyser les différentes interventions de la professeure pour mieux comprendre leurs impacts

3.2.2. Des interventions redondantes.

Lors du premier débat (*Annexe 2*), l'enseignante prend donc la parole sept fois. Sur ces interventions, quatre d'entre elles prennent la même forme (« Mais vous l'avez vu comment ? » ; « Comment vous avez pu le voir ? »...). La formulation s'attache à la vision, or, ce que cherche la professeure, c'est l'expression orale des arguments. Elle veut faire émerger la notion de mesure. Pour cela, elle prend donc le rôle de celui qui doute. Cependant, les élèves ne comprennent pas cette position. Clément et Félix n'essayent pas de convaincre l'enseignante. L'un cherche à comprendre le phénomène (« le poids se concentre un peu plus vers le bas ») et l'autre se contente de réaliser à nouveau l'expérience (« Parce que comme ça »). Les trois acteurs de cet échange n'évoluent pas dans leur discours. L'enseignante pose les mêmes questions, les élèves répondent de la même façon. Il n'y a donc pas de construction. La professeure aurait dû changer la formulation de sa question. Ce n'est plus un tutorat ici, puisque cela n'aide pas les élèves. De plus, le fait de reprendre la question quatre fois, induit pour certain

l'attente d'une « bonne » réponse. Cela peut empêcher d'autres élèves d'intervenir. En effet, la classe ne s'autorise pas à prendre part à l'échange. Ceux qui doutent sont silencieux. Ils ne vont pas intervenir pour demander des précisions. Les élèves attendent d'abord la bonne réponse à la question. L'enseignante se retrouve donc seule dans le rôle de celui qui doute alors que la moitié de la classe est dans la même situation. Le débat n'évolue qu'en fin d'échange, lorsque la professeure inclut les autres élèves (« Est-ce que les autres vous êtes tous d'accord ? »). Une des élèves apporte enfin la réponse attendue. Clémence cite le mot voulu par l'enseignante, mais n'a pas le temps de s'expliquer. De nouveau, la professeure intervient. Or, on peut se demander si l'élève avait bien la même idée que la professeure derrière la notion de mesure. Les prises de parole répétitives, de même formes et régulières de l'adulte ont permis l'émergence du concept. Néanmoins, on pourrait se demander si la classe a été réellement impliquée dans cela. Pour répondre à cela, il suffit de se référer au deuxième extrait de débat (*annexe 3*). De nouveau, il y a un doute sur la vitesse de la chute. Malgré le fait que cet échange ait lieu le lendemain de la première discussion, aucun élève n'évoque la mesure. Le premier débat n'a donc pas eu d'impact sur le raisonnement de ces derniers.

3.2.3. Des interventions inductives.

Lors de ses interventions, l'enseignante induit aussi beaucoup les réponses. Cela est notamment dû aux énoncés des questions. Dans le deuxième extrait (*annexe 3*), la professeure intervient, cependant, elle guide les élèves dans le raisonnement. La première question (« Alors comment on pourrait savoir si ça ralentit ou pas la gomme ? ») incite à faire une comparaison. Les élèves n'ont pas cherché une manipulation, elle était déjà sous-entendue dans la question. L'intervention aurait dû surtout mettre en évidence la nécessité de manipulation, et non pas conduire à la manipulation même. La deuxième prise de parole répond là aussi au problème.

7 Thaïs : En prenant une gomme, on fait l'expérience comme ça (*fait tomber une gomme sans objet technique*) on la lâche et la votre.

8 P : Donc on fait deux gommes côte à côte ?

À aucun moment, l'élève n'a évoqué une comparaison simultanée des deux chutes. Pourtant, cela paraît évident pour l'enseignante, d'où la question qu'elle pose. De nouveau, la recherche est portée par l'adulte. Le raisonnement n'est plus celui des enfants. Cependant, comme les solutions viennent des apprenants, il y a une illusion sur

la construction des savoirs. L'enseignante n'apporte pas directement la méthode de recherche, comme elle pourrait le faire lors d'un cours magistral, mais en induisant fortement certaines réponses, elle élabore les connaissances seule. Les liens logiques, importants pour l'appropriation et la compréhension des apprentissages, ne sont pas trouvés par la classe. Les connaissances sont donc moins ancrées chez les élèves qui vont ensuite avoir du mal à les réinvestir.

Nous pouvons aussi interpréter les questions redondantes du premier extrait comme une forme d'induction. En effet, les élèves apportent des solutions, mais elles ne conviennent pas à l'enseignante. La classe comprend qu'il y a une réponse précise attendue. Cela empêche la formulation d'hypothèses plus générales. Seul Tilyan, au tour de parole 17, évoque un paramètre de comparaison (« ça fait un plus gros bruit »). Malheureusement, l'enseignante ne l'entend pas à ce moment. Il y a donc une incitation à trouver des paramètres, mais cela est moins directif que les interventions du deuxième extrait.

Enfin, dans le troisième débat (*annexe 4*), au tour de parole 13, la professeure, fait un point sur ce qui a été dit lors de la discussion. De nouveau, elle utilise une forme inductive avec une opposition dans la formulation de la question (« en même temps ou si y a une différence »). De plus, elle interroge la méthodologie de recherche en posant une question qui incite à répondre par la négation. Les élèves qui auraient été d'accord avec cette démarche, ne peuvent pas s'exprimer. Il n'y a donc pas de place pour l'opposition, puisque l'enseignante, à travers la formulation, se porte garante de la thèse proposée par Yllana.

Il y a donc construction d'un savoir, mais cela manque d'arguments de la part des élèves. L'enseignante doit se retirer des échanges pour n'avoir un rôle que minime dans les débats. Ce n'est pas à elle de construire le savoir, mais bien aux élèves de le faire.

3.2.4. Une généralisation choisie.

Comme nous l'avons vu dans la deuxième partie de ce mémoire, il est important de généraliser les savoirs pour permettre une institutionnalisation cohérente. Ici, ce sera l'enseignante qui se chargera de cela. Mais de nouveau, cela va avoir un impact sur l'apprentissage. D'abord, il faut isoler le savoir pour pouvoir le généraliser. Il est donc nécessaire, qu'avec les élèves, un travail de mise en évidence de la connaissance soit

fait. Dans le premier extrait de débat, c'est ce que fait l'enseignante, mais la classe n'est pas incluse dans ce processus :

19 Clémence : baaah, parce que à la .. ça se voit pas de trop la vitesse euh...
Ce, ça se mesure pas tout le temps.

20 P : Ah ! Ça se mesure pas. Parce que vous l'avez mesuré la vitesse là ?
Alors que la réponse de l'élève n'est pas claire, la professeure formule la réponse qu'elle attendait elle-même : Il faut mesurer la vitesse. La discussion s'arrête presque sur cette remarque sans qu'il n'y ait une réflexion derrière. Or, bien des notions sont implicites dans le concept de mesure. C'est donc l'enseignante qui reprend l'idée de l'élève, la reformule comme elle le désire et la met en évidence. Les liens qui permettent d'aboutir à cette question ne sont pas explicités. Comme nous l'avons dit précédemment, cela aura un impact sur les débats, puisque les élèves ne feront pas de référence à ce concept de mesure par la suite.

De plus, les étapes de généralisation s'effectuaient lors des phases de synthèse en fin de séance ou de lors des phases de rappel en début de séance. C'est l'enseignante qui conclue donc les débats à travers cela. Cependant, elle ne reformule et ne généralise que les arguments qui l'intéressent, qu'ils aient été débattus par la classe avant ou non. C'est bien son rôle de faire des synthèses intermédiaires, mais cela doit respecter l'état d'avancement du débat. La logique nécessaire au sens des apprentissages est plus difficile à assimiler si elle n'est pas construite par les élèves. Les liens logiques ont donc souvent été construits par la professeure et non pas par la classe.

3.3. Résultats : l'institutionnalisation.

3.3.1. La trace écrite.

Après avoir mené l'investigation, les élèves ont dû expliquer à l'écrit ce qu'ils avaient appris lors de la séquence. Le vocabulaire utilisé lors de la séance était donné pour les aider. De plus, ils pouvaient se servir de leur trace de recherches, feuille verte sur laquelle sont notés les hypothèses, les schémas de montage, les résultats etc. Voici quelques exemples de ces traces :

« Il fallait que les paramètres sois tous pareil. » ; « J'ai appris qu'il fallait toujours mesurer. » ; « J'ai appri que les paramètres c'est 4 chose don1 qui peu changer » etc.

Sous forme de dictée à l'adulte, la classe a construit la trace écrite (*annexe 5*). Les élèves peuvent s'appuyer sur ce qu'ils ont écrit. Encore une fois, c'est à partir de

discussions que l'on arrive à construire cette trace. Néanmoins, l'enseignante a un rôle plus important, puisqu'elle reformule mais surtout, structure la trace.

La classe a donc abouti à deux textes. L'un reprend la démarche suivie, et l'autre les connaissances et les explications apprises. Les élèves ont d'abord remis dans l'ordre le vocabulaire noté sur les affiches évolutives tout au long de la séquence. Ils ont ensuite, grâce à leur trace personnelle, essayé de définir ces termes. Enfin, vient un temps d'explication des montages (pourquoi ralentissent-ils la chute).

3.3.2. L'impact des débats sur la trace écrite.

Comme nous l'avons vu, les interventions de la professeure ont eu des impacts sur les débats. Mais ces prises de parole ont aussi eu un effet sur l'institutionnalisation. Comme de nombreux liens logiques ont été construits par l'adulte et non pas par les élèves, une partie de ceux-ci n'a pas été comprise par toute la classe. Cela s'est ressenti lors de la construction de la trace écrite. Pendant ce temps de structuration, tous n'étaient pas attentifs. Six élèves sur quinze présents ont fini par décrocher. Ils ont eu du mal à retrouver la méthode, qui remontait trop loin dans leur mémoire. En effet, les traces écrites, sous forme d'affiche, ne suffisent pas à tous les élèves. De plus, elles n'étaient pas organisées et structurées, certains ne s'y sont donc pas retrouvés. Le fait de ne pas faire de structuration écrite lors de la séquence fut un manque pour les élèves et donc lors de cette institutionnalisation. De plus, les liens qui n'ont pas été élaborés par les élèves ont souvent eu du mal à ressortir lors de l'élaboration de la trace. Encore une fois, l'enseignante a pris en charge ces liens. Cela montre de nouveau, que la construction du savoir n'a pas été faite par les élèves.

Le premier texte de cette trace porte donc sur la méthodologie. Ici, il n'y a aucun lien avec les recherches effectuées. C'est un texte détaché de la séquence qui est présenté. Ceci est un choix de l'enseignante. Les élèves, lors de la dictée à l'adulte, font référence à ce qu'ils ont vécu. Cependant, la professeure réinvestit le vocabulaire étudié, le but étant de généraliser pour avoir une méthodologie applicable dans d'autres situations. Le manque de références à la réalité a perdu la classe. Comme on le disait, une partie d'entre elle s'est retirée de l'activité. De plus, le fait qu'il n'y ait pas d'exemple pour illustrer cette méthodologie rend le texte plus difficile à utiliser comme outils pour les élèves. Enfin, cela ne correspond pas à la démarche d'investigation. Même si la mise en évidence de relation entre toutes les phases est bien présente dans le texte, cette méthodologie apparaît comme une recette à appliquer. Or, cela est

contradictoire avec le concept même de démarche d'investigation. Les élèves se retrouvent donc avec une trace qu'ils ne pourront pas utiliser.

La deuxième partie de la trace concerne le problème en rapport avec la séquence. Les élèves ont répondu à la question en n'expliquant que deux expériences. Ils ne rendent pas compte des recherches. Seule la dernière explication étudiée apparaît. Le travail sur les mesures ou sur les paramètres n'est pas évoqué ici. Lorsque qu'ils annoncent que l'expérience du parachute fonctionne le mieux, ils ne le justifient pas avec les temps mesurés. Cela peut signifier qu'ils n'ont pas compris l'importance des preuves à apporter lors des phases de recherche. Cela est en partie dû au fait que ceci a été amené, puis soutenu par la professeure et non pas par la classe. De nouveau, les interventions de l'enseignante ont un impact fort.

Les nombreuses prises de paroles de la professeure lors des débats ont donc eu un effet sur cette phase d'institutionnalisation où une partie des élèves ne s'est pas impliquée. L'aide qu'elle a voulu apporter à parfois empêché la construction d'une connaissance. Il y a donc restitution des savoirs avec un manque de liens entre eux. Ceci est aussi dû aux choix de généraliser trop rapidement pour l'explication de la démarche. Comme précisé précédemment, le rôle de l'adulte est très important, mais il se doit de rester en retrait pour que la structuration du savoir ne soit qu'un accompagnement des élèves.

Conclusion :

En sciences, la démarche d'investigation permet aux élèves découvrir la pratique sociale de référence du chercheur. Ils construisent petit à petit des méthodes de recherche qui leurs permettent de comprendre et de mettre du sens sur des savoirs scientifiques. Ils sont acteurs tout au long de la démarche, ce qui implique un meilleur apprentissage de leur part.

Même si les institutionnalisations sont définies comme des phases de structuration des connaissances, cela commence en amont. Comme nous l'avons vu, il est nécessaire d'inclure des moments de reformulation et de généralisation dans les débats. Cela permet une mise à distance, par les élèves, de leurs arguments, mais surtout, cela implique une première organisation des notions. On peut donc répondre en partie à notre problématique par ceci : l'institutionnalisation commence lors des débats. Le lien entre ces deux phases sont d'abord les nécessités. Il est primordial de les faire émerger, mais surtout de ne pas les laisser sous forme d'implicite. Ensuite, il faut décontextualiser ces nécessités pour permettre une appropriation par la classe de celles-ci. Sans cela, les élèves ont plus de mal à assimiler les arguments. Les liens logiques qui donnent du sens aux connaissances sont donc plus difficiles à comprendre. La structuration ne sera donc pas évidente pour les apprenants.

Cette recherche a permis aux élèves d'évoluer dans leur comportement. Ils ont appris au terme de cette séquence à prendre en considération la parole de l'autre dans leur raisonnement. Cela continue de se travailler encore en classe, mais cette prise de conscience aide à la construction des savoirs. De plus, le lien entre connaissances et justification permet aussi à la classe de chercher à mettre du sens sur les différents savoirs étudiés.

Cela m'a aussi permis de mettre en évidence un tutorat très fort de l'enseignant. Ceci empêche les élèves de construire personnellement leurs connaissances. J'ai donc pu évoluer en ce sens dans ma pratique. Je me mets désormais plus en retrait lors des phases d'échange en classe. Un travail plus approfondi, en amont, est d'ailleurs effectué. J'anticipe désormais les débats, et prépare des questions sans qu'elles ne soient trop inductives. Cette place de l'enseignant est ainsi un axe que je continue de travailler, que ce soit en sciences ou dans d'autres disciplines.

4. Bibliographie, sitographie :

1- Hébrard, J. (1997). Fondation La main à la pâte, L'histoire de l'enseignement des sciences en France. Repéré à : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/14613/lhistoire-de-lenseignement-des-sciences-en-france>

2- Historique de La main à la pâte. Repéré à : <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/50538/historique-de-la-main-a-la-pate>

3- Husson, L. (2007). Formes et enjeux du débat. Dans P. Billouet (coord.), *Débattre, Pratiques scolaires et démarches éducatives* (1^{er} éd., p. 41-68). Paris, France : L'Harmattan.

4- Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences : Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles, Belgique : de boeck.

5- Astolfi, J.P., Develay, M. (2016) *La didactique des sciences*. Paris, France : puf

6- Charpak, G., Léna, P., Quere, Y., (2005). *L'enfant et la science : l'aventure de La main à la pâte*. Paris, France : O.Jacob

7- Ministère de l'éducation nationale (2002-2016) *Programme de l'école élémentaire*. Bulletin officiel.

8- Villeret, O., (2015, juin). *Place de la comparaison et de l'institutionnalisation lors de démarches d'investigation menées par des enseignants débutants de physique-chimie*. Communication présentée aux Journées d'Etude : « Activités de l'Enseignant débutant et activités pour débiter », Nantes.

5. Annexes :

Annexe 1 : Fiche séquence : la chute d'un objet.

Annexe 2 : Extrait de débat 1

Annexe 3 : Extrait de débat 2

Annexe 4 : Extrait de débat 3

Annexe 5 : Trace écrite finale.

Annexe 1 :

Questionner le monde		Qu'est-ce que la matière ?		6 séances
Cycle 2 – CE2		La chute d'un objet.		4h
				Période 2
<u>Objectif de la séquence :</u> <ul style="list-style-type: none"> Réaliser des objets techniques par association d'éléments existants en suivant un schéma de montage. Existence, et effets de l'air (matérialité et compressibilité de l'air). 		<u>Compétences travaillées :</u> <ul style="list-style-type: none"> Pratiquer avec l'aide du professeur(e), quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion. Imaginer et réaliser des objets simples et de petits montages. Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener un observation ou effectuer une mesure, réaliser une expérience. 		
<u>Attendus de fin de cycle :</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifier les trois états de la matière et observer des changements d'états. ➤ Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués. 				
<u>Prérequis :</u> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Connaître les 3 principaux états de la matière. ➔ S'exprimer devant le groupe classe. ➔ Savoir ce qu'est un schéma. 				
N° et titre des séances	Temp s	Objectifs des séances	Phases	Matériels
0/	10'	→ Recueillir les représentations des élèves.	<i>Récolte des représentations initiales sur l'air :</i> Qu'est-ce que l'air pour vous ?	> feuille simple.
1/ Appropriation du problème et hypothèses explicatives.	40'	→ Écrire des hypothèses. → Communiquer en français, à l'oral et à l'écrit, en cultivant précision, syntaxe et richesse du vocabulaire. → écouter les autres.	Phase 1 : Présentation de la situation problème. → Lâcher une gomme d'à peu près 2 mètres. → <i>Quelles questions vous posez-vous ?</i> → Écrire les questions au tableau. Phase 2 : Appropriation du problème par les élèves. → discussion autour des questions. → choix par le professeur de la problématique.	> feuilles vertes. > Gomme.

			<p>→ <i>Comment ralentir la chute d'une gomme lorsqu'on la lâche ?</i></p> <p>Phase 3 : réfléchir à une réponse.</p> <p>→ Sur les feuilles vertes : rechercher des idées seul. Texte, dessin, schéma.</p> <p>→ Présenter son idée au reste de la classe.</p> <p>→ mise en commun : justifier pourquoi cela marcherait ou non ?</p> <p>Débattre ensemble.</p>	
2/ Écrire un schéma de montage.	40'	<p>→ Imaginer des objets simples et des petits montages.</p> <p>→ écrire un schéma de montage.</p>	<p>Phase 1 : Rappel et présentation de l'objectif de la séance.</p> <p>→ <i>Qu'avons-nous fait en sciences la dernière fois ?</i></p> <p>→ reprendre la problématique et les hypothèses.</p> <p>→ <i>Aujourd'hui, nous allons essayer de trouver des moyens de vérifier vos hypothèses. Nous allons construire des fiches techniques.</i></p> <p>Phase 2 : Présentation de schéma de montage.</p> <p>→ <i>Vous n'allez pas tester vous même vos hypothèses. Il faut que vous expliquiez bien comment réaliser votre invention pour que quelqu'un d'autre puisse la réaliser comme vous l'avez imaginée.</i></p> <p>→ <i>Comment pouvez-vous faire ? // recette de cuisine.</i></p> <p>→ Penser au matériel et aux étapes de fabrications. Schéma de montage possible → le faire exprimer par les élèves.</p> <p>→ Faire sa fiche technique.</p> <p>Phase 3 : Expositions des fiches techniques.</p> <p>→ En petit groupe homogène, présenter les fiches techniques. Discussion entre eux pour corriger ou compléter leur fiche.</p> <p>→ ensemble retrouver ce dont on a besoin pour faire une fiche complète. => affiche évolutive.</p>	<p>> feuilles vertes</p> <p>> affiche pour noter le fiche technique.</p>
3/ Réaliser les objets techniques.	40'	<p>→ Choisir le matériel adapté proposé pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience.</p> <p>→ Restituer les résultats des observations sous</p>	<p>Phase 1 : Rappel et présentation des objectifs.</p> <p>→ <i>Qu'avons-nous fait la dernière fois ?</i></p> <p>→ <i>Aujourd'hui, nous allons réaliser les protocoles que vous avez proposés.</i></p> <p>Phase 2 : Tester les fiches techniques.</p> <p>→ Laisser les élèves réaliser les objets techniques (les leur).</p> <p>→ Les laisser tester et s'organiser entre eux.</p> <p>Phase 3 : Discussion</p>	<p>> matériel pour les objets techniques</p> <p>> feuilles vertes</p> <p>> affiche évolutive</p> <p>> affiche remarques.</p>

		forme orale ou d'écrits variés	<p>→ Chacun présente son objet. → <i>Quels sont les objets qui fonctionnent ? Ceux qui fonctionnent le mieux ? Tout le monde est-il d'accord ?</i> (mettre en évidence qu'il manque des mesures et une expérience témoin = noter sur affiche les remarques ~> protocole). Phase 4 : Qu'avons nous appris ? → <i>Qu'avons-nous appris aujourd'hui ?</i> (Compléter l'affiche évolutive) → <i>Qu'allons-nous faire la prochaine fois ?</i></p>	
4/ réalisation des protocoles.)	40'	<p>→ Manipuler avec soin. → Restituer les résultats des observations sous forme orale ou d'écrits variés (notes, listes, dessins, voire tableaux). → Choisir ou utiliser le matériel adapté proposé pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience.</p>	<p>Phase 1 : Rappel et objectif de la séance. → <i>Qu'avons-nous fait la dernière fois ?</i> → <i>Aujourd'hui, nous allons réaliser les expériences avec les remarques faites de la dernière fois.</i> Phase 2 : Réaliser les expériences. → Tester les différentes propositions des élèves. → Discussion après les expériences. (comparaison...) → Se rendre compte de la nécessité de noter les mesures. → Si besoin, retour sur les expériences. (noter les paramètres). Phase 3 : Qu'avons-nous appris ? → <i>Qu'avons-nous appris ?</i> Introduire la notion de paramètres. → Expliquer comment on s'y est pris ? → Écrire ce que l'on a retenu.</p>	<p>> matériel des objets techniques > objets déjà réalisés > balance, mètre... > feuilles vertes > affiche remarques (// protocole) > Affiche synthèse.</p>
5/ Répondre à la question.	40'	<p>→ Mettre en évidence l'existence de l'air. → métacognition sur comment apprendre.</p>	<p>Phase 1 : Rappel et objectif de la séance. → <i>Qu'avons-nous appris la dernière fois ?</i> → <i>Aujourd'hui, nous allons essayer de répondre à notre question.</i> Phase 2 : Réfléchir à la réponse à la question. → <i>Comment avons nous réussi à répondre à la question ?</i> Hypothèses, schéma de montage, protocole, paramètres... construction d'invention, comparaison. → <i>Quel est le point commun entre tous les objets créés ?</i> Intervention de l'air. (réponse attendue des élèves.) Introduction à la séance suivante. Phase 3 : Trace écrite. → <i>Qu'avez-vous appris depuis que l'on s'est posé la question ?</i> (travail individuel sur feuille verte. = écrire sa propre trace écrite).</p>	<p>> feuilles vertes</p>

<p>6/ Structuration des connaissances.</p>	<p>30'</p>	<p>→ Communiquer en français, à l'oral et à l'écrit, en cultivant précision, syntaxe et richesse du vocabulaire. → Organiser ses idées.</p>	<p>Phase 1 : Rappel et objectif de la séance. → <i>Qu'avons nous vu la dernière fois ?</i> → <i>Aujourd'hui nous allons écrire la trace écrite qui vous servira d'outil.</i> Phase 2 : Conception de la trace écrite. → Les élèves lisent ce qu'ils ont écrit précédemment. → Organiser les savoirs avec eux (plutôt dirigé par le PE). → Écriture de la trace écrite sous forme de dictée à l'adulte.</p>	<p>> vidéoprojecteur > feuilles vertes.</p>
--	------------	---	--	---

- Évaluation : - implication des élèves dans les discussions.
- trace écrite séance 5.
- réinvestissement dans d'autres séquences incluant la démarche d'investigation.

Annexe 2 :

Ce premier débat intervient suite à la présentation des objets techniques en troisième séance. Les élèves se sont concentrés sur la fabrication de l'invention auparavant. Ils n'arrivent à s'accorder sur le fait qu'une des inventions ralentisse ou non la chute de la gomme. Tilyan et Clément viennent de présenter leur objet. La discussion commence juste après la démonstration :

- 1 Gabin : C'est vrai que ça ralentit.
- 2 Tilyan : Mais pas beaucoup.
[...]
- 6 EE : de l'autre sens (*nouvelle démonstration de l'autre sens*)
- 7 Félix : C'est quand même mieux dans l'autre sens...
- 8 P : Ah bon ? Comment tu sais que c'est mieux dans l'autre sens ?
- 9 Luna : ça va moins vite.
- 10 Félix : c'est euuh, bah, mmmmh , le poids il se concentre un peu plus vers le bas.
- 11 Clément : mmmh, parce que là ça va moins, ça va plus vite (*gomme au-dessus des feuilles*). Et que ... comme ça, si tu fais comme ça... (*gomme sous les feuilles*).
- 12 Félix : Le poids il se concentre plus vers le bas mais la feuille elle ralentit le poids.
- 13 Clément : mmh, mmh, parce que là là, parce que là ça fait comme si c'était des ailes.
- 14 P : Mais vous l'avez vu comment ? Que c'était plus rapide ou plus plus...
- 15 Clément : parce que comme ça (*il refait tomber l'invention*).
- 16 P : Comment vous avez pu le voir ?
- 17 Tilyan : Déjà on voit que ça va plus vite et en plus ça fait un plus gros bruit.
- 18 P : Mais comment vous le voyez vraiment ? Est-ce que les autres vous êtes d'accord ? Est-ce que les autres vous êtes tous d'accord ? ... Clémence n'est pas sûre, pourquoi ?
- 19 Clémence : baaah, parce que à la .. ça se voit pas de trop la vitesse euh...
Ce, ça se mesure pas tout le temps.
- 20 P : Ah ! Ça se mesure pas. Parce que vous l'avez mesuré la vitesse là ?
- 21 Clément : Non, on l'a pas mesuré.

Annexe 3 :

Cette fois-ci, les élèves ne sont pas d'accord entre eux. Matys et Gabrielle viennent de présenter leur objet, mais une majorité de la classe pense que cela ne répond pas au problème :

[...]

1 Gabin : Ça ralentit pas du tout.

2 Matys : bah siiii hein...

3 Gabin : parce que euh ... ça ... c'est juste ça (*il montre avec ces doigts le fonctionnement de l'objet*) et puis ça fait vite (*en faisant tomber ses mains rapidement*). Ça fait plus vite donc du coup ça ralentit pas.

4 Clara : Pour que ça ralentisse il faudrait le mettre un petit peu plus haut.

5 Léna : Bah.. Moi bah, je dis comme les autres. Ça ralentit pas, ça va plus vite, parce que bah, la chute de la gomme ça tombe fort par terre, donc voilà.

...

6 P : Alors comment on pourrait savoir si ça ralentit ou pas la gomme ?

7 Thaïs : En prenant une gomme, on fait l'expérience comme ça (*fait tomber une gomme sans objet technique*) on la lâche et la votre.

8 P : Donc on fait deux gommes côte à côte ?

9 Thaïs : oui, un peu comme Yllana et Maëlys.

[...]

Annexe 4 :

Avant ce troisième débat, les élèves ont échangé sur d'autres paramètres tel que la hauteur du lâché de la gomme et le poids de cette dernière. De plus, ils ont testé leurs objets en même temps que l'expérience témoin. Cependant, à cause du manque de précision au lâché, ils sont arrivés à chercher une autre façon de comparer les chutes :

[...]

- 1 Emilien : Mais c'est pas juste, parce que euh... bah c'est pas juste parce que, parce qu'on lâche pas tous pareil.
- 2 Luna : Bah je suis d'accord avec Emilien. Quand ça tombe euh... des fois c'est pas en même temps.
- 3 P : Ah ! Qu'est-ce qui est pas en même temps ?
- 4 Luna : euh... bah des fois, ... bah Tilyan il a pas lâché la gomme comme euhh... pareil que... pareil que Arthur.
- 5 P : Alors je fais comment pour quand même comparer les inventions ?
...
- 6 Léna : Bah, euuh... on peut lâcher tout seul ? Une personne fait tout ?
- 7 Clémence : Bah non ! Euh... des fois faut lâcher avec deux mains nos inventions.
- 9 Luna : Ah bah oui. 10 P : Alors on fait comment ?
- 11 Maëlys : Bah... Moi je pense... euh... bah... On peut mesurer la chute. Comme pour la hauteur ?
- 12 Yllana : Bah je pense que euh... que Maëlys elle a... En fait, je suis d'accord avec Maëlys. Du coup, comme Clément il a une montre, euh... bah... il peut regarder. Parce que euh... bah on peut euh... on peut mesurer si ça tombe vite avec la montre.
- 13 P : Alors si je reprends tout, faut qu'on vérifie si une grosse gomme et euh... une petite gomme tombe en même temps ou si y a une différence. Du coup, on va faire comment pour vérifier ça ? On fait tomber deux gommes en même temps ?
- 14 Luna : Euh... bah non, faut mesurer.
- 15 P : Maëlys, comment je fais pour mesurer ?
- 16 Maëlys : Je euh... Je vais euh... tu euh... par exemple, tu fais, tu lances la plus grosse d'abord.
- 17 P : Je LÂCHE la plus grosse d'abord.

- 18 Maëlys : Clément il chronomètre. Après on va marquer au tableau le temps, et après tu lances la petite et voilà. Et ça sera pareil.
- 19 P : Ce sera pareil quoi ? On aura le même temps ?
- 20 Maëlys : non, je sais pas...

Annexe 5

Comment faire une recherche en sciences ?

Quand nous faisons une recherche en sciences, nous commençons par nous poser une **question**.

Puis nous faisons des **hypothèses** pour trouver la réponse.

Ensuite nous faisons un **protocole** qui nous servira à savoir ce que l'on va faire pendant l'expérience.

Après, nous testons les **expériences**. Nous les améliorons en choisissant les **paramètres** à modifier.

Nous pouvons faire de nouvelles hypothèses, de nouveaux protocoles, de nouvelles expériences.

Pour comparer les expériences, nous devons **mesurer** les paramètres.

Enfin, nous **répondons au problème** de départ.

Problème : Comment ralentir la chute d'une gomme quand on la lâche ?

Hypothèses : Une idée qu'il faut vérifier pour savoir si elle est vraie.

Schéma de montage : c'est comme une notice. Il faut la liste du matériel, les étapes de fabrication dans l'ordre chronologique.

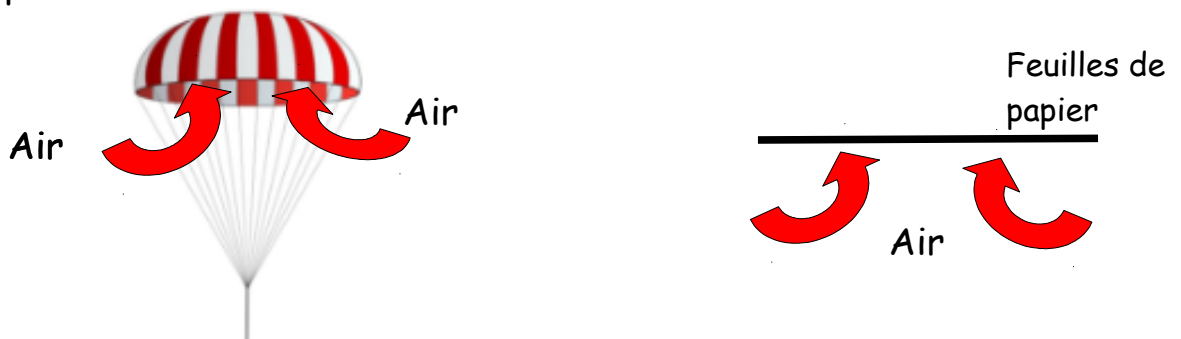
Paramètres : ce sont les éléments qui définissent l'expérience, si on les change, on modifie l'expérience. Exemples : la hauteur, le poids et le temps.

Comment ralentir la chute d'une gomme ?

Pour ralentir la chute d'une gomme, nous pouvons utiliser l'air.

L'expérience qui fonctionnait le mieux, est celle du parachute.

Explication avec un schéma :



L'air entre dans le parachute, mais elle ne peut pas ressortir facilement. C'est comme si le parachute se posait sur l'air. Cela fonctionne pareil avec une feuille, mais l'air s'échappe plus facilement.