

*IUFM de l'académie de Montpellier - Site de Perpignan*

*Comment améliorer  
l'autonomie des élèves  
lors d'une démarche d'investigation ?*

*Stagiaire : MAYAUD Vanessa*

*Discipline : Sciences physiques*

*Classe : 4<sup>ème</sup>*

*Etablissement : Collège René Cassin, Agde*

*Tuteur de Mémoire : RUFFENACH Matthieu*

*Assesseur : BEL Jean-Paul*

*Date de la soutenance : Jeudi 19 Avril 2007*





## *Résumé :*

La démarche hypothético-déductive en séance de TP plait énormément aux élèves cependant ils n'arrivaient pas à la réaliser correctement à cause d'un manque de connaissance et d'autonomie dans cette démarche. Pour cela, je vais leur faire réaliser trois TP de démarche expérimentale en laissant de plus en plus d'autonomie. Ensuite, grâce à l'analyse des séances, de leur compte rendu et d'un questionnaire donné aux élèves, je vais essayer d'entrevoir leur évolution au niveau de la connaissance, de la signification des étapes et de leur autonomie dans cette démarche.

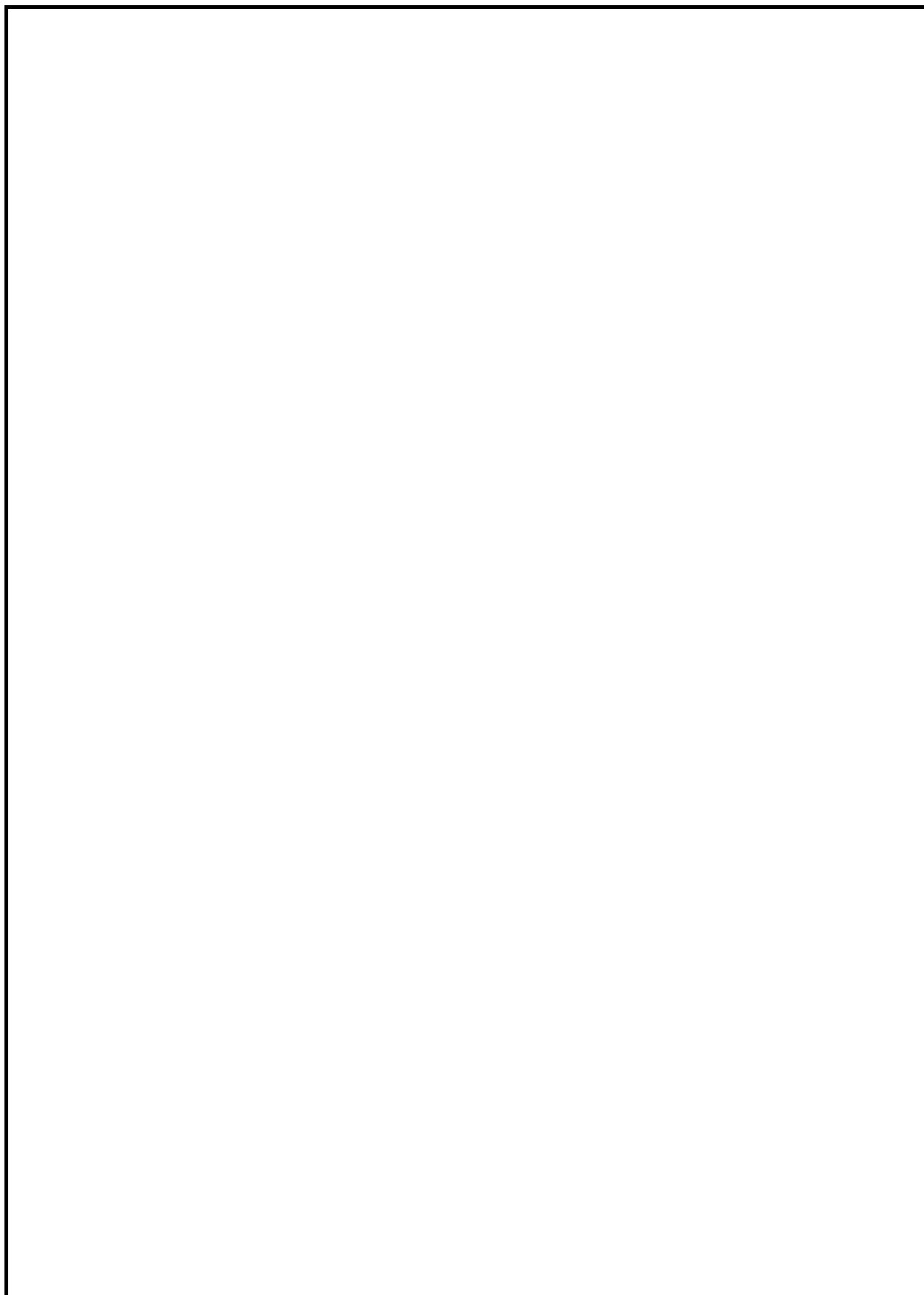
## *Summary :*

Pupils like the hypothetic and deducive method. However, their lack of knowledge and autonomy made them fail. That's why I will have them experiment this method through 3 activities, leaving them more and more autonomous. Eventually, I will study their papers and their answers to a survey they were previously provided with; moreover I will take account my observations of their working, in order to measure how their knowledge evolved, how well they can identify each step of the method and how autonomous they have become.

## *Mots-clés:*

-  Autonomie
-  Critères de réussite
-  Démarche hypothético-déductive
-  Travaux pratiques

*Cadre réservé au Jury :*



# Sommaire

	Pages
Introduction	4
I. Démarche expérimentale et autonomie	6-13
1. La démarche expérimentale	7
2. La démarche expérimentale du point de vue des élèves	8
3. L'autonomie	12
II. Expérimentation	14-24
1. Le TP guidé	15
2. Le TP Top	18
3. Le TP en autonomie	21
III. Analyse des séances	25-30
1. Le TP guidé	26
2. Le TP Top	27
3. Le TP en autonomie	29
IV. Evaluation globale de l'expérimentation	31-37
1. Du point de vue des élèves	32
2. Analyse critique et perspectives	36
Conclusion	38
Bibliographie	39
Annexes	40

# Introduction

Professeur stagiaire en physique-chimie, j'effectue mon stage en responsabilité au collège René Cassin à Agde. Je suis chargée de trois classes de quatrième. Les trois classes sont composées d'environ 24 élèves chacune. Le niveau des trois classes est très différent : la quatrième A possède des élèves qui ont choisi l'option latin, ils sont très motivés, enthousiastes et d'un bon niveau. La quatrième B est une classe qui est plus faible avec des élèves ayant un niveau très hétérogène, il y a un petit groupe d'élèves moteur qui est gâché par un grand nombre d'élèves qui ne s'investissent pas dans la matière. La dernière classe que j'ai en responsabilité est la quatrième C, c'est une classe très faible avec beaucoup d'élèves en grande difficulté qui dissipent la classe, seuls quelques élèves essaient de travailler dans cette ambiance.

J'ai eu la chance dans mon collège d'avoir la possibilité de faire les travaux pratiques en demi-groupe par quinzaine, cela m'a permis de mettre en place des séquences d'enseignement basée sur la démarche expérimentale avec mes élèves. J'ai jugé favorable d'utiliser cette méthode lors des séances en effectifs réduits car ayant moins de discipline à faire et moins d'élèves à m'occuper, je peux être plus présente auprès d'eux. Je pense aussi qu'effectuer cette démarche en petit nombre d'élèves permet de les laisser travailler en petit groupe de 2 ou de 3, cela favorise le partage du savoir de tous les élèves et en priorité des élèves qui sont timides, qui n'oseraient pas exprimer leur idée en classe entière. Je peux également mieux gérer l'hétérogénéité de la classe en expliquant de manière plus individuelle à certains collégiens en difficulté qui n'avait jamais vu cette méthode.

Celle que je retiendrai comme point de départ de ce mémoire c'est la démarche expérimentale visant la notion d'addition des tensions de piles montées en série. Lors de cette séance, je suis partie d'une situation déclenchante mettant en jeu les panneaux solaires fournissant l'électricité à une maison. Après une introduction sur le fonctionnement de photopiles contenus dans les panneaux solaires en leur précisant que chaque photopile ne délivre qu'une très faible tension, ma question de départ était « Comment pourrait-t-on associer les photopiles pour faire fonctionner notre poste de télé qui a besoin d'une tension de 230V? ». Les élèves ont été placés par groupe de trois et leur travail était écrit sur le tableau, il devait rédiger une hypothèse et un protocole sur une feuille transparente suivi d'une phase de mise en commun grâce à un rétroprojecteur. Ensuite, ils devaient manipuler, interpréter et conclure sur leur expérience puis remettre en commun leurs travaux.

Ce qui m'a beaucoup étonné, c'est que tous les élèves étaient enthousiasmés par cette activité. A la fin de la séance, je leur ai demandé s'ils avaient aimé travailler dans cette démarche, les collégiens furent unanimes : ils voulaient recommencer. L'inconvénient majeur de cette séance était que les élèves n'étaient pas assez autonomes. Il fallait tout le temps que je circule entre les groupes pour rappeler les consignes et les méthodes, leur donner des coups de pouce ou même dire d'écrire sur les transparents.

Il s'est donc dégagé de ce constat la problématique suivante : ***comment améliorer l'autonomie des élèves lors de séances de démarche expérimentale ?***

Dans une première partie, je vais définir les termes de démarche expérimentale et d'autonomie. Dans une deuxième partie, je présenterai les trois TP en démarche expérimentale que vont réaliser les élèves et je ferai leurs analyses dans un troisième partie. Dans la dernière partie, j'essayerai de faire une analyse critique ainsi que de trouver les limites de cette expérimentation.

*I.*

*Démarche*

*Expérimentale*

*Et*

*Autonomie*

## 1. La démarche expérimentale

Avant l'apprentissage, les élèves ont généralement une représentation mentale, souvent erronée, du concept ou de la notion qu'ils vont étudier.

Cette représentation s'est forgée au cours des années soit à partir de situations scolaires soit à partir de situations de la vie courante. Au cours de l'apprentissage, les nouveaux savoirs interagissent avec les conceptions anciennes des élèves. La construction du savoir constitue donc en fait une évolution des représentations antérieures vers un système objectivement et scientifiquement acceptable. Il s'agit non pas d'acquérir une culture mais bien de changer de culture, de renverser des obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne. C'est à partir de cette analyse des représentations des élèves qu'intervient, dans la pratique expérimentale au cycle central du collège, et même avant au primaire, l'intérêt de la démarche hypothético-déductive.

Bachelard disait « *Toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir de connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit.* »

L'enseignement classique des sciences physiques utilise de manière privilégiée la démarche inductiviste : une expérience prototypique bien choisie permet de mettre en œuvre les concepts et les lois. Leur intérêt n'est pas nul car elles permettent de fixer le sens des mots et des propositions. Mais si cette démarche est séduisante surtout pour l'enseignant, elle n'est pas satisfaisante pour l'élève : l'élève est spectateur d'un raisonnement sans tâtonnement, construit en dehors de lui ; l'expérience est simplifiée pour coller au modèle, elle est donc déconnectée de la vie courante ; les représentations des élèves ne sont pas prises en compte. L'inductivisme évacue le doute : tout doit être clair, parlant, simple.

La démarche hypothético-déductive modifie le statut de l'expérience : elle n'intervient plus a priori pour mettre en évidence des lois mais a posteriori, pour confirmer ou infirmer des hypothèses. Meirieu dit « *Le paradoxe du désir tient, à ce que l'objet désiré doit être à la fois connu et inconnu, qu'on doit en deviner les contours, en entrevoir le secret..... Si le rôle du maître est bien de faire émerger le désir d'apprendre, sa tâche est de « créer l'énigme » ou plus exactement de faire du savoir une énigme : en dire ou en montrer suffisamment pour que l'on en entrevoit son intérêt et sa richesse et se taire à temps pour susciter l'envie du dévoilement....* »

L'instrument de la procédure hypothético-déductive, la situation-problème, a été décrit en 1983 par Guy Brousseau. Pour permettre à l'apprenant d'accéder aux connaissances qui l'aideront à trouver une réponse à ses questions, l'enseignant propose aux élèves une situation-problème construite autour d'un problème concret présentant un caractère énigmatique. Face à une situation initiale problématique et avant toute manipulation expérimentale, les élèves formulent des hypothèses, ce qui les oblige à dévoiler leurs représentations.

Ils conçoivent ensuite un protocole expérimental, puis réalisent ou observent les expériences qui vont permettre de tester leurs hypothèses.

La confrontation des résultats constatés avec les résultats attendus permet de valider ou d'infirmer les hypothèses. L'intérêt de cette démarche hypothético-déductive est de révéler aux élèves l'écart qui existe entre leurs représentations et les faits expérimentaux, de les rendre actifs dans la construction du savoir. Ils passent d'après Giordan du statut « d'exécutants » à celui de « concepteurs-manipulateurs ».

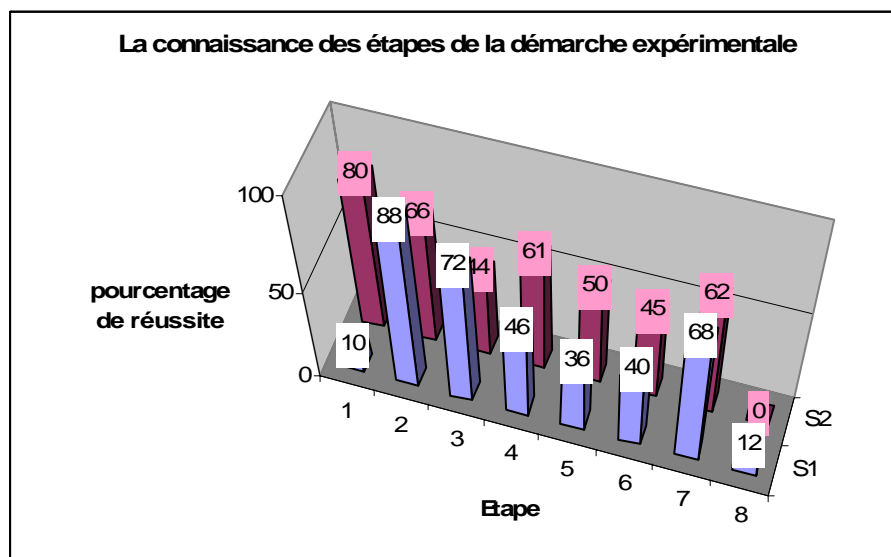
Outre son intérêt dans la démarche hypothético-déductive, la pratique expérimentale en sciences physiques au cycle central du collège en présente bien d'autres pour les élèves tels que : autonomie, créativité, responsabilité...

## 2. La démarche expérimentale du point de vue des élèves

Avant de commencer les trois travaux pratiques de démarche expérimentale pour ce mémoire, j'ai donné à mes élèves un questionnaire composé de 6 questions.

J'enseigne les sciences physiques à 70 élèves mais seulement 50 élèves ont répondu au questionnaire.

*a. Essaie de nommer les différentes étapes de la démarche suivie en activité expérimentale (appelée démarche expérimentale). Pour chaque étape, dis en quelques mots : en quoi elle consiste.*



### Série :

S1 : pourcentage de connaissance des étapes  
S2 : Bonne justification

### Légende :

- 1 → Le problème
- 2 → L'hypothèse
- 3 → Le protocole
- 4 → L'expérience
- 5 → Les résultats
- 6 → L'interprétation
- 7 → La conclusion
- 8 → Pas de réponse

Seulement 10% des élèves connaissent la première étape de la démarche expérimentale, qui est le problème que l'on pose aux élèves mais ils sont capables de la justifier.

Pratiquement tout les élèves connaissent l'hypothèse mais seulement la moitié ont écrit en quoi elle consiste.

Environ les deux tiers des élèves connaissent le protocole mais peu d'entre eux connaissent sa signification.

A peine la moitié des élèves pensent que l'expérience fait partie de la démarche expérimentale et plus de la moitié savent la décrire.

Peu d'élèves ont conscience qu'il faut écrire les résultats des expériences et la moitié ne savent pas en quoi elle consiste vraiment.

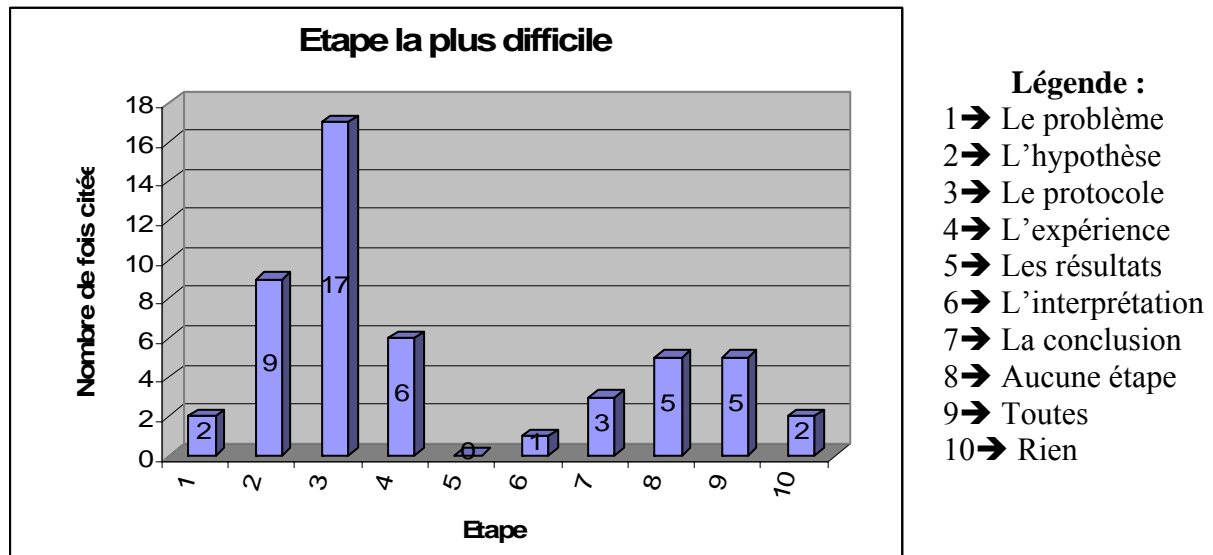
Ceci est également valable pour l'interprétation des résultats.

Plus du tiers des élèves ont pensé à la conclusion et savent en général en quoi elle consiste.

Environ 10% des élèves ne connaissent pas les étapes de la démarche expérimentale.

En conclusion de cette partie, les élèves connaissent bien l'hypothèse, le protocole et la conclusion. Par contre, l'expérience, les résultats et l'interprétation des résultats sont peu ou mal connus des élèves durant cette démarche.

*b. Quelle étape te semble-t-elle la plus difficile ? Pourquoi ?*



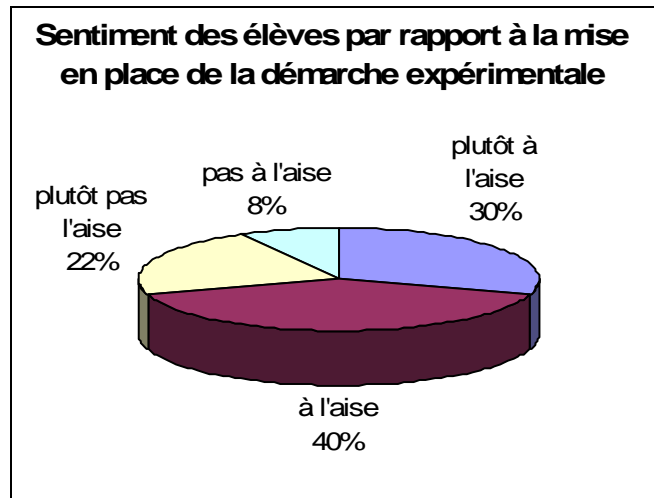
L'étape la plus difficile pour les élèves est l'écriture du protocole car d'après eux, il faut l'imaginer, écrire tout ce qu'ils vont faire et s'ils se trompent dans le protocole, ils doivent tout recommencer et ensuite ils ne savent pas s'il manque quelque chose.

L'étape qui est un peu moins difficile pour les élèves est l'élaboration de l'hypothèse. Pour cela, ils donnent plusieurs explications notamment qu'ils ne savent jamais quoi écrire ou qu'ils ont peur de se tromper.

L'expérience est assez difficile pour les élèves alors que je pensais que c'était l'étape la plus simple et la plus « amusante » pour eux. La raison principale évoquée est qu'ils ont peur de se tromper dans la manipulation.

Les étapes qui leur semblent moins difficiles sont les résultats, l'interprétation et la conclusion.

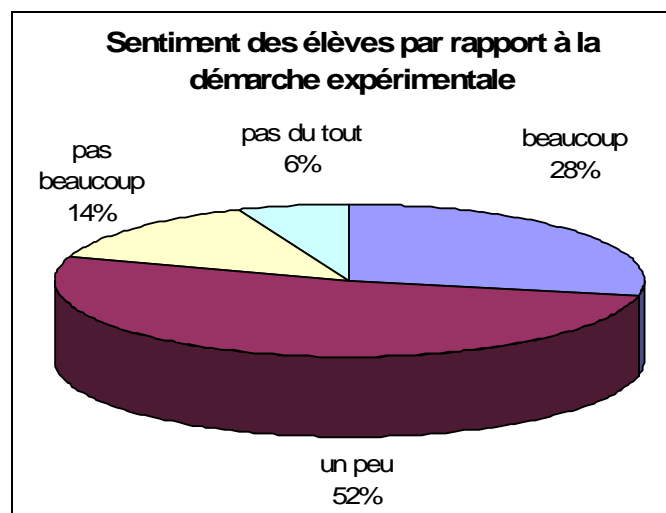
c. *Comment vous sentez-vous lors de la mise en place de la démarche expérimentale en activité expérimentale ?*



Plus des deux tiers des élèves se sentent à l'aise dans la mise en place de cette démarche car, d'après eux, ils comprennent ce qui faut faire, ils aiment chercher et expérimenter leur propre hypothèse ainsi que s'ils se trompent ce n'est pas grave car après ils comprennent.

Donc il reste un tiers des élèves qui ne se sentent pas à l'aise dans cette démarche expérimentale car ils trouvent cela stressant et compliqué.

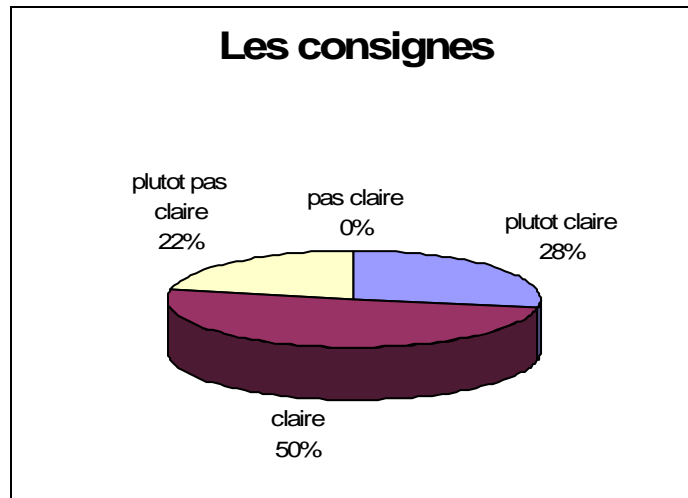
d. *Aimez-vous travailler dans cette démarche ?*



D'après les résultats du sondage, environ 80% des élèves aiment travailler dans cette démarche expérimentale car ils la trouvent simple, intéressante (car ils sont curieux), ils suivent un trajet précis sans se mélanger et surtout ce n'est pas dans tous les cours qu'ils peuvent réaliser leurs propres expériences.

Pour les 20% restants, leur explication est plus simple : soit ils n'aiment pas travailler en groupe soit ils n'aiment pas du tout.

e. *Les consignes données par l'enseignant sont-elles claires lors de la mise en place de cette démarche.*



Pour trois quart des élèves, les consignes données par l'enseignante sont claires lors de la mise en place de la démarche expérimentale. En général, les élèves pensent que l'enseignante explique bien les mots compliqués c'est-à-dire scientifiques. Cependant, ces pourcentages sont en revoir à la baisse car les élèves, je pense, avaient peur de dire la vérité.

Pour les élèves qui restent, les consignes sont moins claires car ils ne comprennent pas toujours ce que dit l'enseignante à cause d'un vocabulaire soutenu et d'un débit trop rapide.

f. *D'après toi, à quoi sert la démarche expérimentale ?*

Cette question est très ouverte, cela permet de laisser les élèves réfléchir sur la démarche expérimentale. Plusieurs types de réponses ont été données :

- Cette démarche sert à valider et à invalider les hypothèses.
- Cette démarche permet de démontrer notre idée.
- Cette démarche aide à prouver quelque chose.
- Cette démarche nous aide à comprendre ce que l'on fait.
- Cette démarche permet de mieux raisonner.
- Cette démarche sert à mieux comprendre la leçon.
- Cette démarche justifie une expérience.
- Cette démarche fait constater la validité des lois.
- Cette démarche sert à expliquer et à montrer des choses en le prouvant par nous même.
- Cette démarche permet de trouver la solution de la question que l'on pose.
- Cette démarche permet de comprendre ce qui se passe autour de nous.

### 3. L'autonomie

Le concept d'autonomie est assez difficile à définir : en effet, quels peuvent être les critères permettant de déterminer si un élève est autonome ? Suite à une étude sur le sujet, le ministère de l'Éducation Nationale a publié un ouvrage intitulé « *L'autonomie et le travail personnel des élèves - Disciplines scientifiques en lycée* » il y définit trois critères d'autonomie :

- L'autonomie sert à se situer et prendre sa place dans l'espace, le temps, les événements, la société (organisation des savoirs).

Prendre sa place dans la classe, c'est s'y sentir bien. Abandonné à lui-même, l'élève s'arrête dans son travail, ressentant un malaise devant une difficulté dont il ne voit pas la solution, ou devant une nouvelle orientation à prendre. Il a besoin d'un échange avec son professeur pour le rassurer sur ce qu'il a déjà fait, lui donner la "petite idée" qui le relancera dans son effort.

- L'autonomie sert à pouvoir faire des choix dans le domaine des idées comme au niveau des comportements, pouvoir prendre des décisions et les mettre en œuvre (utilisation pertinente des savoirs).

Lorsque l'on demande à l'élève d'effectuer un travail autonome, on lui demande de faire preuve d'initiative et de se prendre en charge. Il faut faire attention de ne pas confondre laisser l'élève se prendre en charge et le laisser se débrouiller tout seul. Si l'élève a l'impression d'être "abandonné", il ne travaillera pas correctement et fera tout autre chose (s'amuser avec ses camarades par exemple).

- L'autonomie sert à pouvoir construire sa propre démarche d'apprentissage et de formation (savoir en évolution).

Le professeur va guider l'élève dans sa propre démarche. L'enseignant n'agira pas comme un chef d'orchestre, il ne dictera pas à l'élève la façon de procéder. Il va l'aiguiller pas à pas, partant de ce que veut faire l'élève. Un processus de guidage est alors mis en place pour aider l'apprenant à résoudre le problème. L'enseignant donne à l'élève les moyens nécessaires pour atteindre les objectifs fixés, et l'élève évolue dans un cadre préalablement défini par le professeur.

L'apprenant va donc organiser sa pensée et son savoir afin d'atteindre les objectifs fixés. Il fait ses propres choix, il devient acteur ! En étant confronté à une situation nouvelle, qui bouscule ses représentations, l'élève doit ainsi construire de nouvelles représentations, plus adaptées : il s'approprie le savoir. En étant confronté à ce type de travail, l'élève va acquérir des méthodes de travail.

Comment les élèves acquièrent l'autonomie ?

Durant les expérimentations pour le mémoire, j'ai adopté la démarche hypothético-déductive énoncé précédemment, il met l'accent sur la capacité à imaginer des expériences en fonction d'un objectif et sur celle à s'organiser pour les mener à bien. On offre à l'élève la possibilité de développer, de renforcer et d'acquérir des attitudes encourageant la recherche scientifique telles que l'ouverture d'esprit et la flexibilité, la pensée critique et le respect des données, l'initiative et la persévérance, la créativité et l'imagination.

Le BO du 22 juillet 2006 définit le socle commun de connaissance et de compétences. Il s'agit des connaissances et des compétences de bases que tout élève doit avoir acquis à la fin de sa scolarité obligatoire (fin de la 3<sup>ème</sup>). Le 7<sup>ème</sup> pilier de ce socle concerne justement

« l'autonomie et l'esprit d'initiative », preuve, s'il le fallait encore, que l'autonomie doit faire partie des compétences à faire acquérir aux élèves. Il est aussi écrit que « *Chaque compétence qui constitue le socle commun de connaissances et de compétences requiert la contribution de plusieurs disciplines et, réciproquement, une discipline contribue à l'acquisition de plusieurs compétences* ». Donc les sciences physiques, comme les autres disciplines, ont bien comme mission de développer l'autonomie des élèves.

Parmi les capacités énumérées dans le 7<sup>ème</sup> pilier, j'ai choisi d'en retenir certaines que je chercherai à développer chez mes élèves dès cette année en sciences physiques :

- « Savoir respecter des consignes ;
- Être capable de raisonner avec logique et rigueur et donc savoir :
  - . Identifier un problème et mettre au point une démarche expérimentale,
  - . Connaître les étapes de la démarche expérimentale et savoir la mettre en œuvre,
  - . Savoir rectifier une conception grâce à la mise en place de cette démarche,
  - . Mettre à l'essai plusieurs hypothèses,
  - . Distinguer ce dont on est sûr de ce qu'il faut prouver,
  - . Mettre en relation les acquis des différents chapitres du cours et les mobiliser dans des situations variées,
  - . Savoir synthétiser ses pensées à la fin d'une démarche expérimentale et pouvoir rédiger une phrase de généralisation,
- Savoir s'auto-évaluer grâce notamment à l'utilisation des critères de réussite ;
- Pouvoir réaliser un projet scientifique et l'exposer. »

Au niveau des attitudes à développer je retiendrai : « la volonté de se prendre en charge personnellement, d'exploiter ses facultés intellectuelles et physiques, de prendre conscience de la nécessité de s'impliquer, de rechercher des occasions d'apprendre, et de prendre conscience de l'influence des autres sur ses valeurs et ses choix. » , « avoir un esprit d'initiative, avoir une démarche adaptée au projet, prendre l'avis des autres, échanger, s'informer, représenter un groupe lors, par exemple, d'une mise en commun d'informations » et « avoir une attitude créative, curieuse ainsi qu'une motivation et une détermination dans la réalisation d'objectifs, notamment en cours lors d'une démarche d'investigation ».

L'existence de ce 7<sup>ème</sup> pilier me conforte dans l'idée de développer l'autonomie de mes élèves et me donne des pistes à suivre.

*II.*

*Expérimentation*

## 1. Le TP guidé

Ce TP a pour but de mettre en évidence la masse de l'air.

J'ai choisi de noter le TP car les élèves sont motivés par la note finale et je pense qu'ils s'investiront plus et respecteront mieux les différentes étapes de cette démarche.

Cette séance peut être découpée en 7 parties.

### - *Première partie : Présentation du problème à résoudre*

La séance commence en expliquant aux élèves la situation-problème. J'ai disposé, sur la paillasse du professeur, une balance Roberval. J'explique aux élèves son fonctionnement. Sur cette balance, j'ai déposé un ballon vide d'air et j'ai équilibré cette balance avec des poids. La balance étant en équilibre, je demande aux élèves, si je gonfle le ballon avec de l'air, « que va faire la balance ? ».



Pour que les élèves puissent mettre en place la démarche expérimentale, je les ai placés en groupe de 2 ou de 3.

### - *Deuxième partie : Emission d'hypothèse et mise en place du protocole*

J'ai distribué aux élèves une feuille polycopiée avec les différentes étapes à suivre pour réaliser la démarche expérimentale. Ce TP étant noté, il y avait aussi les critères de réussite pour répondre correctement à toutes les étapes. Les critères de réussite sont des indications sur ce que j'attends de la rédaction et de la manipulation des élèves durant le TP.

Pendant dix minutes, les élèves essayent d'émettre les hypothèses et d'écrire un protocole.

Je pense que la balance va monter quand on va gonfler le ballon c'est à dire que le ballon ne pèse rien.

Il faut: une balance  
: un ballon

Il faut, d'abord peser  
le ballon quand il n'est  
pas gonflé, noter son  
poids et ensuite peser  
l'autre ballon qui sera  
gonflé et noter son  
poids s'il a un poids.  
Et on verra s'il le  
ballon gonflé pèse  
quelque chose.

Je pense que la balance va descendre du côté du ballon  
car si le ballon gonfle, c'est que l'air a un volume et  
en général, tout ce qui a un volume a une masse.

Pour réaliser mon expérience, il faut:

- une balance
- un ballon

on va peser le ballon vide pour connaître sa masse.  
Ensuite on va gonfler le ballon. Si la masse indiquée  
par la balance est plus grande que lorsqu'il est  
vide, c'est que l'air a une masse. Si elle ne change  
pas, c'est que l'air n'a pas de masse.

hypothèse: je pense que la balance va rester stable  
car l'air n'a pas de poids

on va utiliser:

un ballon de baudouche, une balance,

on va mesurer le poids du ballon quand il n'est pas  
gonflé, puis on va gonfler le ballon pour voir si  
~~on va gonfler le ballon, pour voir~~  
le poids du ballon augmente.

- *Troisième partie : Expérimentation*

Lorsque les élèves ont fini d'écrire leur hypothèse et leur protocole, ils m'appellent pour que je leur donne le matériel nécessaire pour leur expérience. Ensuite, je les conduis au fond de la classe pour qu'ils aient accès aux balances. Vu que le TP est noté chaque groupe y va à tour de rôle pour que je puisse évaluer leur manipulation. Puis ils retournent à leur place.

- *Quatrième partie : Ecriture des résultats, de l'interprétation et de la conclusion*

Une fois à leur place les collégiens finissent le TP pendant environ quinze minutes. Ils écrivent les résultats, l'interprétation et la conclusion. Ces étapes sont réalisées en gardant les mêmes groupes que précédemment pour qu'ils puissent s'aider.

- *Cinquième étape : Mise en commun des expériences*

Après avoir relevé leur compte rendu, je leur ai posé une seconde fois la question de départ : « Que va faire la balance Roberval après avoir gonfler le ballon d'air ? ». Les élèves lèvent la main et j'en interroge un qui donne la réponse suivante : « La balance va descendre du ballon gonflé » Puis je demande si tout le monde est d'accord. Les élèves répondent par l'affirmative. Puis ma dernière question est « Alors est-ce que l'air a une masse ? ». Tous les élèves sont maintenant persuadés que l'air a une masse.

- *Sixième étape : Institutionnalisation*

Les élèves restent à leur place, prennent leur cahier et écrivent ce que j'inscris sur le tableau. Avant d'écrire la masse d'un litre d'air, je leur demande qu'elle est, d'après eux, cette masse. Leurs réponses varient entre 0,1 et 10g mais tous pensent que l'air a une très petite masse.

- *Septième étape : Phase de réinvestissement en situation décontextualisante*

Je distribue aux élèves une feuille sur laquelle il y a un exercice à faire. Cet exercice est composé de 3 phrases, les deux premières portent sur la composition de l'air et la dernière sur la masse de l'air. Les élèves le font puis un élève vient le corriger au tableau.

Ensuite, ils prennent leur livre pour faire un exercice sur la masse d'air que consomme un humain en une heure. Cet exercice n'a pas été corrigé en classe par manque de temps. Il est corrigé au cours d'après avec deux exercices sur la masse du butane.

## 2. Le TP Top

Ce TP a pour but de mettre en évidence que la combustion du carbone nécessite du dioxygène et forme du dioxyde de carbone.

J'appelle ce TP le TP Top car j'apporte durant cette séance des aides ponctuelles aux élèves quand ils sont bloqués.

J'ai choisi de noter le TP car celui-ci est assez long et sans la motivation de la note finale les élèves n'auraient jamais terminé. Je pense, également, qu'ils s'investiront plus et respecteront mieux les différentes étapes de cette démarche.

Cette séance peut être découpée en 7 parties.

### - *Première partie : Présentation du problème à résoudre*

La séance commence en expliquant aux élèves la situation-problème. Sur le mur, il y a une photo projetée par un rétroprojecteur.



Cette photo représente de la viande en train d'être grillée par un feu de charbon de bois. J'explique aux élèves que pour cette photo nous ne nous occuperons que du feu et du charbon de bois et pas de la viande.

Ensuite je projette au mur la question suivante : « Que faut-il pour brûler du charbon de bois ? ».

### - *Deuxième partie : Emission d'hypothèse*

Les hypothèses pour cette question sont difficiles à trouver, c'est pour cela que je demande aux élèves de formuler leurs hypothèses sur le verso de leur cahier. Cette étape se déroule de manière individuelle.

Ensuite en faisant un tour de table, j'écris au tableau les différentes hypothèses trouvées pour que tous les élèves participent.

Pour toutes les classes cinq hypothèses ont été émises : Pour brûler, il faut du charbon de bois, du feu (ou chaleur), de l'air, du dioxygène et du papier.

Pour commencer, je leur ai demandé ce qui était indispensable pour brûler du charbon de bois, ils m'ont répondu du charbon de bois et du feu. Ce sont donc deux hypothèses que nous ne testerons pas. Pour les 3 hypothèses restantes, chaque groupe de 2 ou 3 personnes (ce sont les mêmes groupes que pour le premier TP) choisit une hypothèse qui veut tester.

Dans cette deuxième étape, j'ai aidé les élèves à émettre leur hypothèses, ceci est donc le premier TOP de ce TP.

- Troisième partie : Mise en place du protocole

J'ai distribué aux élèves une feuille polycopiée avec les différentes étapes à suivre pour réaliser la démarche expérimentale (voir annexe). Ce TP étant noté, il y avait aussi les critères de réussite pour répondre correctement à toutes les étapes.

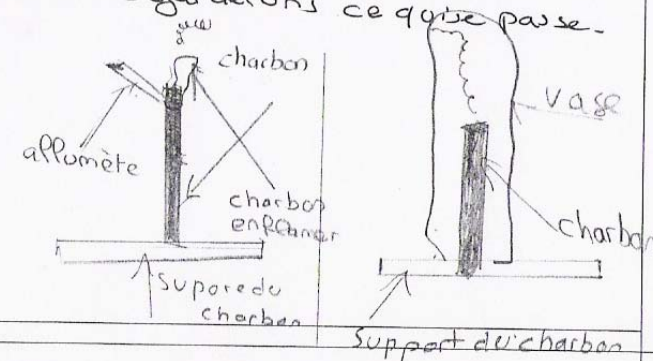
Pendant dix minutes, les élèves écrivent l'hypothèse choisie et essaient d'écrire un protocole.

Je pense que pour <sup>qu'il</sup> nous faut : - du charbon  
- de la chaleur  
- et de l'air

Car nous ne pouvons pas brûler sans air.

Matériel :  
- du charbon  
- de la chaleur (allumettes) | - un vase.  
- et de l'air.


Nous fabriquons de la chaleur (allumette)  
Nous mettons le feu au charbon puis nous  
renfermons le charbon à l'aide du vase  
puis nous regarderons ce qui se passe.



Je pense qu'il faut du feu, du charbon de bois  
et du dioxygène car sinon le bois ne s'allumera pas.

Matériel : du charbon de bois, un bocal et un buquet  
et du dioxygène.

Expérience : on fait brûler le charbon avec du dioxygène.  
et on le met dans le bocal rempli de  
dioxygène.



Je ne pense pas qu'il faille du papier pour faire brûler du charbon car dans la nature, les feux s'allument sans papiers.

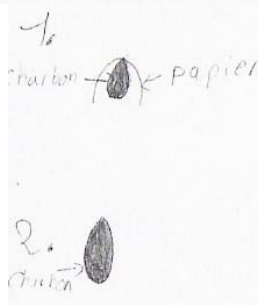
Pour réaliser notre expérience, nous avons besoin de:

- du papier
- du charbon
- un briquet

1. On pose le papier sur le charbon et on allume le papier.

2. On allume un autre morceau de charbon sans papier.

Si le charbon ne s'allume pas, il faut du papier, si il s'allume, on a pas besoin de papier.



Beaucoup de groupe d'élèves n'ont pas eu besoin d'aide, par contre quelques groupes ont été en difficulté. Je les ai aidés en guidant leur réflexion par rapport à l'hypothèse qu'ils avaient choisie. Ceci constitue le deuxième TOP.

#### - *Quatrième partie : Expérimentation*

Une fois leur protocole écrit, les élèves m'appellent pour que je leur donne le matériel nécessaire. Les groupes manipulent les uns après les autres pour des questions de sécurité. Les manipulations sont notées par rapport aux critères de sécurité.

Dans cette partie, je n'ai apporté aucune aide aux élèves.

#### - *Cinquième partie : Ecriture des résultats, de l'interprétation et de la conclusion*

Les collégiens finissent le TP pendant environ quinze minutes. Ils écrivent les résultats, l'interprétation et la conclusion. Ces étapes sont réalisées en gardant les mêmes groupes que précédemment pour qu'ils puissent s'aider.

Dans cette cinquième partie, j'ai essayé de ne pas donner de TOP aux élèves pour les laisser libre cours à leur réflexion. Cependant, beaucoup d'élèves ont eu des difficultés pour les résultats et l'interprétation. J'ai donc donné un autre TOP qui consiste juste à leur faire

répéter de manière plus précise ce qu'ils avaient vu dans leur expérience. Ceci les a débloqués.

- *Sixième étape : Mise en commun des expériences*

Après avoir terminé les étapes de la démarche expérimentale, je demande aux élèves leur conclusion par rapport aux hypothèses de départ.

Les groupes ayant fait l'hypothèse qu'il fallait du papier pour allumer le charbon de bois ont été convaincus qu'elle était invalidée. En ce qui concerne l'hypothèse qu'il fallait de l'air pour brûler, les élèves n'ont pas, en général, validé l'hypothèse car ils n'ont pas bien compris et interprété leur expérience. Par contre, les élèves qui ont testé l'hypothèse du dioxygène pour brûler ont tous validé leur hypothèse.

Donc, je leur ai reposé la question du départ : « Que faut-il pour brûler du charbon de bois ? », les élèves m'ont répondu du charbon de bois, du feu et du dioxygène.

- *Septième étape : Mise en évidence de la formation du dioxyde de carbone*

Pour leur faire découvrir le gaz formé, je leur projette grâce au rétroprojecteur un bout de bande dessinée représentant Tintin et le capitaine Haddock en train de lire un journal où il est écrit « lors de la grillade au charbon de bois, il se dégage un gaz ». Cependant le nom de ce gaz n'est pas écrit. Je fournis aux élèves des tests d'identification de quatre gaz dont celui de dioxyde de carbone, ceci constitue le dernier TOP du TP.

Chaque groupe choisit un test et le réalise. Puis ils écrivent leur conclusion sur la feuille de TP.

Je relève les comptes rendus, puis je leur demande quel gaz a été formé durant la grillade, les groupes qui avaient testé le bon gaz me répondent correctement : Le gaz qui se dégage lors de la grillade au feu de bois est le dioxyde de carbone.

Avec certains groupes, il me restait encore quelques minutes pour faire la synthèse orale de la combustion du charbon de bois.

### 3. Le TP en autonomie

Ce TP a pour but de mettre en évidence la conservation de la masse lors d'une transformation chimique.

Cette séance peut être découpée en 6 parties.

#### - *Première partie : Récapitulatif des étapes de la démarche expérimentale*

La séance commence en demandant aux élèves les différentes étapes de la démarche expérimentale. Les élèves lèvent la main pour répondre. Je leur précise que dans la suite du TP, je ne donnerai aucune indication sur ces étapes. Je leur demande aussi de respecter les critères de réussite des deux dernières séances dans la rédaction du compte rendu.

#### - *Deuxième partie : Présentation du problème à résoudre*

Le début de cette démarche expérimentale commence en expliquant aux élèves la situation-problème. Sur le mur, il y a une photo projetée par un rétroprojecteur.



Après avoir expliqué aux élèves que cette photo représente un bâtiment en fer en train de brûler, je leur pose la question suivante : « Qu'est ce qui brûle ? ». Les élèves répondent sans hésiter le dioxygène contenu dans l'air. Pour le combustible, ce fut plus difficile car beaucoup d'élèves pensaient que le fer ne brûlait pas.

Ensuite, je leur pose la question de départ : « Est-ce que la masse des résidus (le fer qui a brûlé) est moins lourde, aussi lourde ou plus lourde que la masse de fer du bâtiment ? ». Pour savoir si les élèves ont bien compris la question, je demande à un élève de m'expliquer cette question. Apparemment, cet élève et les autres élèves avaient compris cette question facilement.

Donc je leur demande d'y répondre en utilisant la démarche expérimentale. Pour que les élèves puissent mettre en place cette démarche, je les ai placés en groupe de 2 ou de 3 (ce sont les mêmes groupes que pour les deux premiers TP).

#### - *Troisième partie : Emission d'hypothèse et mise en place du protocole*

Les élèves émettent des hypothèses sur la question de départ et mettent en place le protocole pendant environ dix minutes en totale autonomie.

### Hypothèse:

Je pense que la masse du fer est inférieure à celle qu'elle était avant, car les oxygènes contenu dans le fer sont dissous.

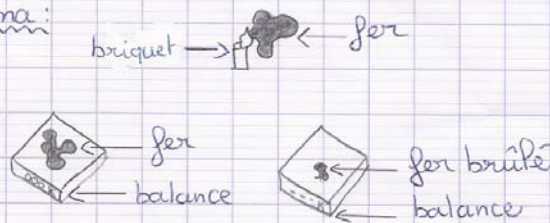
### Protocole:

liste du matériel:

- du fer
- du fer (brûlé)
- une balance
- un briquet

On va peser le fer non brûlé sur la balance, on relève le poids.  
On va brûler le fer puis le brûlé, on relèvera le poids du fer brûlé. On comparera les masses.

### Schéma:



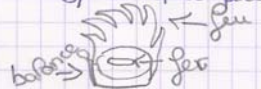
hypothèse: Je pense que la masse du fer après qu'il ait brûlé est la même qu'avant car la quantité de fer est la même.

Protocole: Matériel: une balance, du fer, un briquet et un récipient

1/ On pèse le fer avant qu'il soit brûlé,

2/ on le brûle

3/ On repèse pour voir si la masse est la même.



### - **Quatrième partie : Expérimentation**

Lorsque les élèves ont fini d'écrire leur hypothèse et leur protocole, ils m'appellent pour que je leur donne le matériel nécessaire pour leur expérience. Ensuite, je les conduis au fond de la classe pour qu'ils aient accès aux balances. Les élèves réalisent leur manipulation en respectant leur protocole puis ils retournent à leur place. Je ne fais aucune intervention durant cette étape.

- *Cinquième partie : Ecriture des résultats, de l'interprétation et de la conclusion*

Les élèves finissent le TP pendant environ quinze minutes. Ils écrivent les résultats, l'interprétation et la conclusion. Ces étapes sont réalisées en gardant les mêmes groupes que précédemment pour qu'ils puissent s'aider.

Dans cette cinquième partie, je n'ai donné aucune aide aux élèves pour laisser libre cours à leur réflexion. Cependant, beaucoup d'élèves ont eu des difficultés pour écrire l'interprétation alors j'ai juste répété les critères de réussite de cette étape : répondre à la question posée et la justifier par rapport à l'expérience. Quand je passais entre les rangs, aucun élève ne l'avait justifiée alors je leur ai demandé d'écrire, pour cette justification, pourquoi la masse des résidus de fer était plus lourde que la masse de fer.

- *Sixième étape : Mise en commun des expériences*

Après avoir terminé les étapes de la démarche expérimentale et relevé leur copie, je demande aux élèves leur conclusion par rapport aux hypothèses de départ. Tous les groupes ont répondu que la masse des résidus de fer était plus lourde que celle du fer. J'ai même pu, avec certains groupes, aller jusqu'à l'institutionnalisation avec l'écriture de la conservation de la masse lors d'une transformation chimique.

*III.*

*Analyses*

*Des*

*Résultats*

## 1. Analyse du TP guidé

Je vais analyser cette séance sur deux points particuliers qui sont la démarche expérimentale et l'autonomie des élèves.

Pour commencer, les élèves ont dû émettre des hypothèses sur le mouvement de la balance une fois que le ballon était gonflé. Peu d'entre eux ont su écrire les hypothèses de manière autonome. Pour qu'ils comprennent les différentes possibilités qui s'offraient à eux, j'ai dû leur montrer les trois positions que la balance pouvait prendre. A ce moment-là, les élèves ont réussi à écrire leurs hypothèses correctement.

J'ai choisi cette situation de départ car il convient de choisir, dans les premiers temps, des questions dont les réponses s'inscrivent dans un éventail assez restreint, autrement dit des questions pas trop ouvertes (ici juste trois choix s'offrent à eux). Il faut un apprentissage à l'autonomie.

Cependant, les élèves savaient en quoi consistait l'hypothèse et surtout que si elle n'était pas juste cela ne les pénalisait pas.

Mon désir était de ne pas guider les élèves dans le protocole donc ils ont été totalement autonomes sur cette étape. Plus de la moitié des groupes a réussi à formuler un protocole juste. Les autres oubliaient soit la masse initiale du ballon soit que deux ballons n'ont pas la même masse (ils pesaient un ballon vide et un autre rempli d'air). Les élèves ont réussi, pour cette étape, à bien écrire la liste de matériel et l'expérience qu'ils allaient réaliser, pourtant peu d'entre eux ont expliqué pourquoi ils faisaient cette expérience.

A leur âge, il est peut être difficile de décrire, d'utiliser un langage explicatif. L'avantage des sciences est que la trace écrite peut être un dessin, un schéma, un graphe... Quelques élèves y ont eu recours. Dans le deuxième TP, je noterai, dans les critères de réussite, de faire un dessin en plus de l'explication écrite de l'expérience. Là encore, il faut un apprentissage à l'autonomie et à l'argumentation

En ce qui concerne l'expérience, j'ai laissé les élèves en autonomie pour les pesées. Ma seule aide était de leur faire répéter leur protocole quand ils ne le respectaient pas.

L'écriture des résultats de la balance fut réalisée en totale autonomie par les élèves.

L'interprétation des résultats a été beaucoup plus délicate. Beaucoup de questions ont été posées, surtout en quoi consistait l'interprétation. Les élèves avaient du mal à comprendre qu'il fallait essayer de répondre à la question de départ « l'air a-t-il une masse ? » grâce à l'expérience qu'ils venaient de réaliser. J'ai dû apporter une aide personnalisée aux élèves en difficulté en leur faisant répéter le problème de départ et les étapes qu'ils avaient réalisées pour enfin leur faire comprendre où ils en étaient. Sur les copies, peu d'élèves ont réussi à justifier grâce à l'expérience leur réponse à la question du début.

Peut être que le mot « interprétation » n'était pas adapté à leur vocabulaire. On ne peut rendre autonome des élèves que si on leur donne les clés de leur autonomie. J'essaierai dans le deuxième TP de plus les guider grâce au critère de réussite ou à une aide personnalisée (TOP) en indiquant ce que j'attends vraiment d'eux dans cette étape.

Je n'ai pas eu beaucoup de questions sur la conclusion de la démarche expérimentale. Les élèves ont bien compris que cette étape consistait à valider ou invalider leur hypothèse. Cependant les élèves n'ont pas ou difficilement justifié leur réponse.

De même que pour le protocole, peut-être qu'à leur âge, il est assez difficile d'expliquer quelque chose qu'ils viennent de découvrir. Ou peut être ils ne voient pas la différence d'explication entre l'interprétation et la conclusion. J'essaierai dans le deuxième TP de plus les guider grâce au critère de réussite ou à une aide personnalisée (TOP).

Au niveau de la rédaction des étapes, les élèves me posaient habituellement beaucoup de questions, ne faisaient pas de phrases correctes et ne justifiaient que très rarement. Pour cette séance, j'ai instauré les critères de réussite pour chaque étape. Les élèves ont eu un peu de mal à comprendre en quoi ils étaient utiles mais ensuite cela fut d'une grande aide. Donc là encore il y a une phase d'apprentissage avant que les élèves soient autonomes par rapport à ses critères de réussite. Les élèves ont tous écrit des phrases en essayant de les justifier. Le plus flagrant fut que tous les élèves ont commencé leur hypothèse par « je pense que » et leur conclusion par « je valide ou ne valide pas mon hypothèse ». De même, l'écriture et la présentation ont été particulièrement soignées par les élèves. Néanmoins, la compréhension de l'interprétation n'a, je pense, pas été améliorée.

Je pense que dans ce TP, qui est relativement facile, l'étape qui a posé le plus de difficulté est l'interprétation. Si l'on se réfère au questionnaire posé initialement aux élèves, seulement 1% la trouvait difficile.

Je pense que, grâce aux critères de réussite, les élèves ont été beaucoup plus autonomes.

De manière générale, ce TP s'est très bien déroulé. En voyant les réponses aux exercices d'application du cours en fin de séance, je pense que les élèves ont compris que l'air avait une masse. Cependant il n'y a aucun lien entre la compréhension d'une notion et l'autonomie dans la recherche de cette notion.

## 2. Analyse du TP top

Je vais analyser cette séance, comme la précédente, sur deux points particuliers qui sont la démarche expérimentale et l'autonomie des élèves.

Pour commencer, j'ai demandé aux élèves d'écrire sur le verso de leur cahier leur hypothèse par rapport à la question de départ : « Que faut-il pour brûler du charbon de bois ? ». L'émission d'hypothèses pour cette question est assez difficile, c'est pour cela que j'ai décidé de leur donner un TOP de départ.

Je ne pouvais pas les laisser en autonomie avec une question aussi ouverte, ils en avaient pas l'habitude. Comme je l'ai déjà dit dans le premier TP, l'autonomie nécessite un apprentissage.

Néanmoins, la rédaction de l'hypothèse était laissée à leur soin et cette étape fut une réussite malgré quelques élèves n'ayant pas justifié leurs pensées. Peut-être que les hypothèses, qu'ils devaient justifier, n'étaient pas forcément ce que les élèves pensaient au début, le choix de l'hypothèse a été décidée par groupe. De plus, il est très difficile à leur âge d'utiliser un langage explicatif. Je vais essayer durant la correction de ce TP d'insister sur cette justification pour qu'ils puissent mieux comprendre son rôle ainsi que sa signification.

J'ai laissé les élèves travailler en totale autonomie pour la réalisation du protocole. Tous les élèves ont écrit la liste du matériel et l'expérience à faire ainsi qu'une explication.

Dans les critères de réussite pour cette étape, j'avais rajouté, par rapport au premier TP, « faire le dessin de l'expérience », tous les élèves l'ont réalisé.

Je pense que le dessin a permis aux élèves de mieux visualiser l'expérience qu'ils allaient réaliser et cela leur a permis de mieux la justifier. Les élèves ont été beaucoup plus performants et autonomes dans cette partie de justification que dans celle du premier TP.

Une partie du protocole n'a pas été réussie par les élèves, c'est ce que l'on pourrait appeler l'expérience « témoin ». Par exemple pour l'hypothèse, pour brûler du charbon de bois il faut du feu et du dioxygène, tous les groupes ont pensé à mettre un charbon de bois incandescent dans le dioxygène pur. Seulement peu d'entre eux ont pensé aussi à faire brûler un autre charbon de bois dans l'air (qui contient 21% de dioxygène) et comparer les deux combustions. C'est vrai cette année, il n'y a pas eu d'apprentissage au préalable de cette technique mais je pensais que les élèves allaient réinvestir leur connaissance vue en Sciences et Vie de la Terre. L'autonomie est construite à travers toutes les matières comme je l'ai fait remarquer dans la partie sur le socle commun de connaissance.

L'expérience s'est très bien déroulée. Je ne leur ai apporté aucune aide. Les élèves ont bien respecté leur protocole.

Ceci montre également une évolution positive dans la prise en charge de cette étape.

Par contre, malgré les critères de réussite qui portaient l'attention des élèves sur trois points précis de l'observation, cette étape n'a pas été couronnée de succès. Cependant, les élèves ont tous essayé de les respecter mais l'expérience « témoin » n'ayant pas été réalisé, ils n'avaient pas toutes les cartes en main pour réussir cette étape.

J'ai essayé de donner quelques TOPS pour les élèves qui me posaient des questions, ils ont compris la question mais ils n'avaient peut-être pas l'œil assez exercé pour l'expérience. L'observation nécessite une habitude et donc un apprentissage.

L'étape de l'interprétation des résultats a été beaucoup plus réussie que celle des résultats. Beaucoup d'élèves ont répondu à la question avec succès par rapport à l'hypothèse qu'ils avaient choisie. Cependant, le problème de l'explication de leur réponse reste l'une des principales difficultés malgré les TOPS que j'ai donnés à certains groupes.

Je vais essayer dans la correction de ce TP et dans les prochains TP de bien insister sur l'explication de l'interprétation des résultats pour leur faire comprendre ce que signifie ce mot. Ce n'est que grâce à un apprentissage adapté qu'ils arriveront à réussir de manière autonome cette étape. Il faut absolument que je leur donne les clefs de la réussite de cette étape.

Comme pour le précédent TP, la conclusion s'est bien déroulée. Un pourcentage plus élevé d'élèves ont essayé de justifier leur propos. Toutefois, ces explications ne sont pas toujours justes. Par contre, je n'ai donné aucune aide aux élèves dans cette dernière étape car aucun élève ne m'a posé des questions.

Pour la mise en commun des expériences, tous les groupes ont participé et avaient l'air convaincu de leur réponse. Tous les élèves ont pu ainsi être au courant des conclusions des expériences des autres groupes et pouvoir répondre à la question de départ.

La dernière partie de ce TP, n'est pas inscrite dans la démarche expérimentale, elle est juste un complément à l'expérience. Mon objectif était de les laisser manipuler pour trouver en autonomie le gaz qui se dégage de la combustion du carbone par validation ou invalidation d'une hypothèse (choix de départ). Chaque groupe a réalisé leur test devant les autres

groupes. La réponse à la question a pu être trouvée par la classe entière sans aucune aide de ma part. Les élèves ont su échanger des informations et respecter leur droit à la parole et à la manipulation, ils ont acquis un certain respect envers les autres élèves.

Les élèves avaient acquis l'autonomie des critères de réussite au fil du premier TP. Dans ce deuxième TP, il n'y a eu aucune question par rapport à ces critères. Les élèves ont été même contents de les avoir.

Je pense que ce TP a été assez difficile pour les élèves car je ne leur jamais proposé un tel TP, il n'y a pas eu de phase d'apprentissage pour un TP de ce style. Mais ce qui est positif, les élèves ont mieux acquis la compréhension des différentes étapes et ont su les réinvestir dans un TP différent de ce qu'ils connaissaient.

J'ai essayé de faire une correction très détaillée des trois hypothèses de ce TP en classe entière avec mes élèves. Celle-ci fut assez longue. J'essayerai dans quelques séances de leur proposer une telle démarche expérimentale pour voir si cela a été positif.

### 3. Le TP en autonomie

Je vais analyser cette séance, comme les précédentes, sur deux points particuliers qui sont la démarche expérimentale et l'autonomie des élèves.

J'ai commencé la séance en demandant les différentes étapes de la démarche expérimentale aux élèves car je pensais que tous les élèves ne les connaissaient pas bien. Quand je les ai interrogés, pratiquement tous les élèves connaissaient les trois premières étapes (hypothèse, protocole, expérience) ainsi que la dernière étape (conclusion) et en quoi elles consistaient. Néanmoins, les étapes intermédiaires (résultats et interprétation) ont été plus difficiles à trouver. D'ailleurs, les élèves m'ont demandé en quoi consistait l'interprétation. J'en déduis que le travail que j'ai fait avec eux sur la correction du TP sur la combustion du carbone n'a pas été compris et réinvesti.

J'ai choisi cette situation de départ car il convient de choisir des questions dont les réponses s'inscrivent dans un éventail assez restreint, autrement dit des questions pas trop ouvertes (ici juste trois choix s'offrent à eux) pour laisser les élèves en totale autonomie.

J'attendais d'eux des hypothèses similaires à celle du premier TP, ce TP a été un apprentissage à cette autonomie. Tous les élèves ont bien écrit cette étape, la phrase commençait toujours par je pense que et plus d'élèves, que d'habitude, ont essayé de la justifier, ils commencent à comprendre comment justifier.

Les élèves ont retenu que pour écrire le protocole, il fallait nommer le matériel utilisé ainsi que l'explication de l'expérience mais le tiers des élèves n'ont pas dessiné leur expérience. Pourtant, je pensais que réaliser un dessin de leur expérience permettait aux élèves d'améliorer la rédaction de l'explication de l'expérience par la vision.

Tous les élèves ont respecté leur protocole quand ils ont manipulé contrairement aux deux premiers TP où plusieurs élèves ne l'avaient pas exécutée correctement.

En ce qui concerne l'écriture des résultats, les élèves n'ont pas oublié d'écrire l'unité. Toutefois, plusieurs élèves n'ont pas écrit des phrases pour leur réponse.

L'interprétation reste toujours l'étape la plus délicate. Tous les élèves ont bien répondu à la question de départ. Aucun élève n'avait justifié la réponse donc j'ai dit à toute la classe, que je voulais pour justifier cette étape, qu'ils m'écrivent pourquoi la masse du fer qui a brûlé est plus lourde que celle du fer de départ.

Beaucoup d'élèves ont essayé avec plus ou moins de succès. Beaucoup d'entre eux ont pensé que le dioxygène de l'air s'était transformé en dioxyde de carbone qui pèse plus lourd. Ils ont essayé de faire un lien entre la combustion du carbone et du fer. D'autres ont pensé que des particules se sont déposées sur le fer quand celui-ci a brûlé, ce que je retiens de ces deux types de réponse c'est que les élèves pensaient que le fer se retrouvait inchangé à la fin de l'expérience.

Cependant peu d'entre eux ont pensé que le fer a disparu et qu'il y a eu formation d'un nouveau corps, certains même ont noté que le fer se mélangeait au dioxygène de l'air. Ils ont su réinvestir le travail effectué lors du TP et du cours sur la combustion.

La dernière étape de cette démarche expérimentale a été très bien réussie, les élèves ont bien invalidé leur hypothèse et l'ont justifié grâce à l'augmentation de la masse lors de la combustion du fer.

Ce TP a été très bien réussi dans l'ensemble. Les élèves ont su connaître et respecter l'ordre des étapes de la démarche expérimentale. Ils ont su, lors de la rédaction, réinvestir les critères de réussite des autres TP pour celui-ci. Les élèves ont bien compris l'utilisation de ses critères et même les ont réclamés.

Les justifications étaient plus présentes et plus perspicaces dans leur rédaction des étapes de la démarche.

Les élèves ont donc mieux rédigé que lors des deux précédents TP en n'ayant aucun support, de plus cette rédaction a été écrite plus rapidement que les autres TP.

Cette autonomie dans la rédaction et dans la vitesse d'écriture n'aurait pas été possible si les élèves n'avaient pas réalisé précédemment des démarches expérimentales semblables. Il faut un apprentissage à l'autonomie.

Néanmoins, l'interprétation reste le principal problème des élèves dans la compréhension et dans la justification. Je vais essayer de bien reprendre cette étape dans la correction de ce TP.

*IV.*

*Evaluation*

*Globale*

*De*

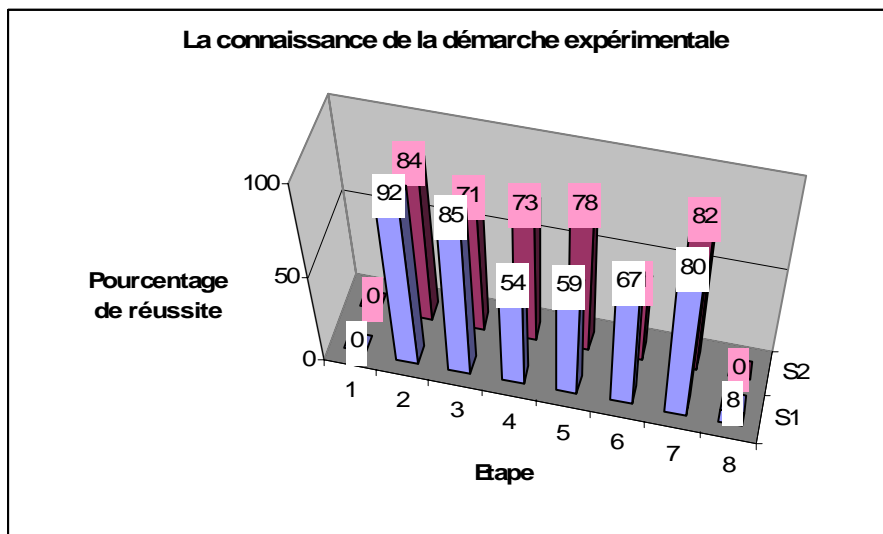
*L'expérimentation*

## 1. Du point de vue des élèves

Après avoir réalisé les trois travaux pratiques de démarche expérimentale pour ce mémoire, j'ai redonné à mes élèves le même questionnaire que la première fois pour savoir s'il y a eu une évolution.

J'enseigne les sciences physiques à 70 élèves mais seulement 61 élèves ont répondu au questionnaire.

*a. Essaie de nommer les différentes étapes de la démarche suivie en activité expérimentale (appelée démarche expérimentale). Pour chaque étape, dis en quelques mots : en quoi elle consiste.*



**Série :**

S1 : pourcentage de connaissance des étapes  
S2 : Bonne justification

**Légende :**

- 1 → Le problème
- 2 → L'hypothèse
- 3 → Le protocole
- 4 → L'expérience
- 5 → Les résultats
- 6 → L'interprétation
- 7 → La conclusion
- 8 → Pas de réponse

Contrairement au premier questionnaire, aucun élève ne pense que le problème de départ fait parti de la démarche expérimentale.

Pratiquement tous les élèves connaissent l'hypothèse et savent en quoi elle consiste, il y a une nette évolution au niveau de sa signification.

Egalement, pratiquement tous les élèves connaissent le protocole et connaissent sa signification, il y a une énorme évolution au niveau de ces deux points.

La moitié des élèves pensent que l'expérience fait partie de la démarche expérimentale et les trois quarts savent la décrire, il n'y a pas eu trop de changement.

Plus de la moitié des élèves ont conscience qu'il faut écrire les résultats des expériences et les trois quarts savent en quoi elle consiste, il y a donc une nette amélioration

Presque trois quarts des élèves connaissent l'étape de l'interprétation et la moitié d'entre eux savent la justifier, il y a donc une amélioration au niveau de la connaissance de cette étape.

Pratiquement tous les élèves connaissent la conclusion et savent également la justifier, là aussi il y a une nette amélioration.

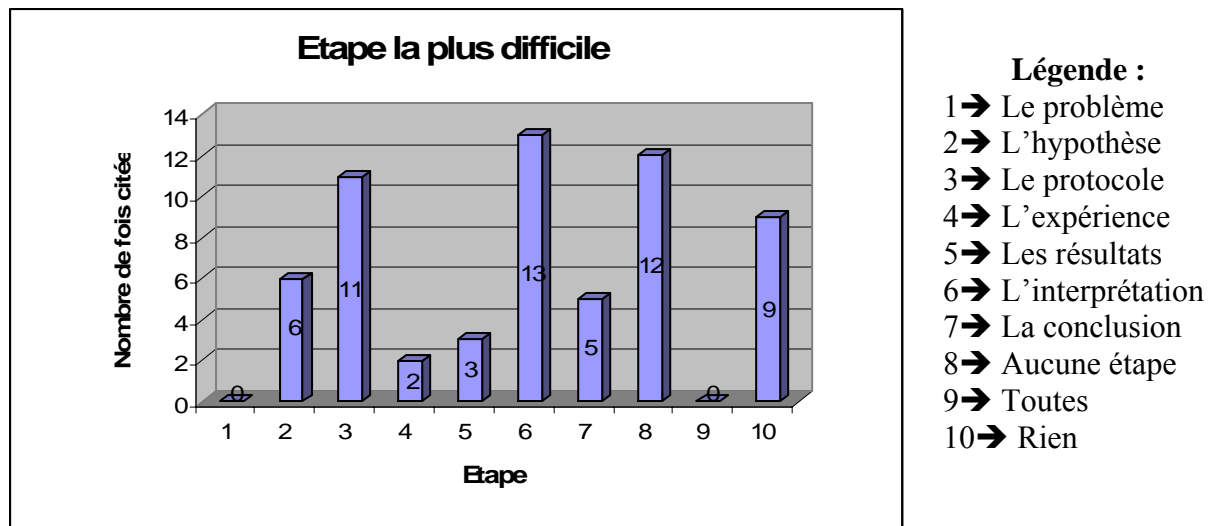
Environ 8% des élèves ne connaissent pas les étapes de la démarche expérimentale, ce qui reste stable par rapport au premier questionnaire.

Il y a une évolution très positive tant au niveau de la connaissance des étapes et de leur signification surtout au niveau de l'expérience, des résultats et de l'interprétation. Ces trois

étapes étaient mal connues avant les trois TP tandis que maintenant plus de la moitié des élèves les connaissent. Et pratiquement tous les élèves connaissent les autres étapes de cette démarche c'est-à-dire l'hypothèse, le protocole et la conclusion.

En conclusion, les trois TP en démarche expérimentale ont permis à plus de la moitié des élèves de connaître l'intégralité des étapes dans l'ordre.

*b. Quelle étape te semble-t-elle la plus difficile ? Pourquoi ?*



L'étape la plus difficile pour les élèves est l'écriture de l'interprétation car d'après eux, ils peuvent se tromper dans la rédaction de cette étape s'ils observent mal l'expérience, ils ne pourront pas bien répondre à la question posée. De plus, ils ne savent pas bien la justifier pas rapport à l'expérience. Certains ne savent pas quoi écrire du tout. Cette étape était jugée facile dans le premier questionnaire. Les élèves ont pris conscience de la difficulté de cette étape.

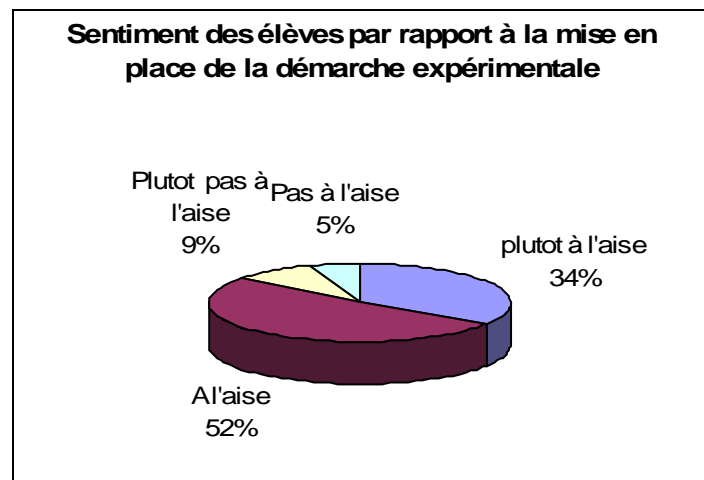
Avant, l'étape la plus difficile pour les élèves, était le protocole. Maintenant, elle passe en deuxième position. Les élèves ont moins de difficulté dans sa conception et dans sa rédaction.

Cependant beaucoup d'élèves pensent qu'il n'y a aucune étape difficile pour eux car ils ont eu de bonnes notes aux trois TP.

L'hypothèse et l'expérience ne sont plus une difficulté pour les élèves contrairement au début de l'expérience.

Il y a donc une évolution dans la difficulté des étapes pour les élèves. Elle est représentative de leur travail contrairement au premier questionnaire.

c. *Comment vous sentez-vous lors de la mise en place de la démarche expérimentale en activité expérimentale ?*

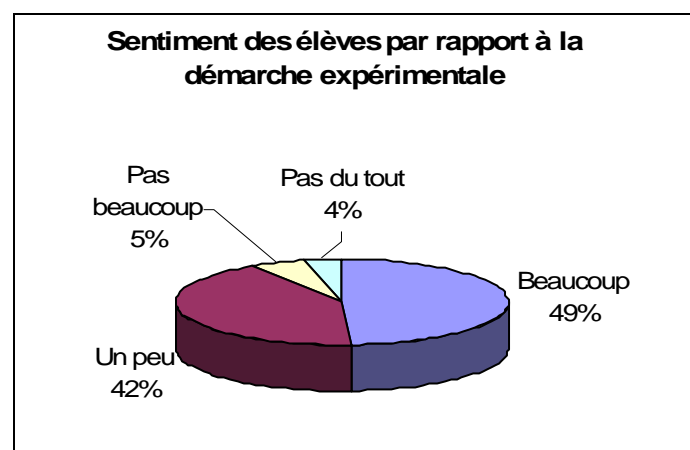


Pratiquement tous les élèves se sentent à l'aise dans la mise en place de cette démarche car, d'après eux, ils comprennent ce qu'il faut faire, ils aiment chercher et expérimenter leur propre hypothèse comme précédemment. Ils ont compris également qu'ils apprennent mieux en manipulant par eux mêmes.

Contrairement au début de l'expérimentation, les élèves ne sont plus stressés dans la mise en place de cette démarche.

Il reste encore quelques élèves qui ne sont pas à l'aise dans cette démarche car ils ne comprennent pas ce qu'il faut faire ou encore ils n'aiment pas écrire.

d. *Aimez-vous travailler dans cette démarche ?*

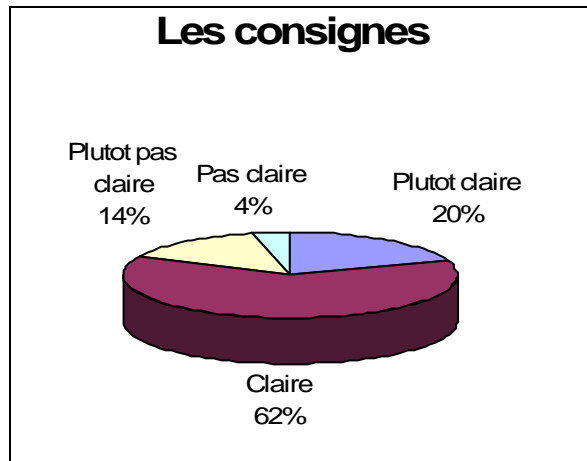


D'après les résultats du sondage, environ 90% des élèves aiment travailler dans cette démarche expérimentale car ils la trouvent simple, intéressante (car ils sont curieux) comme précédemment. De plus, ils peuvent échanger des idées sur les hypothèses et surtout ils ne font pas que copier, ils apprennent en travaillant par eux-mêmes.

Pour les 10% restants, cette démarche est trop longue et si une étape est fautive tout le reste est faux.

Il y a un pourcentage plus élevé d'élèves, maintenant, qui aime travailler avec cette méthode.

*e. Les consignes données par l'enseignant sont-elles claires lors de la mise en place de cette démarche.*



Pour 80% des élèves, les consignes données par l'enseignante sont claires lors de la mise en place de la démarche expérimentale. En général, les élèves pensent que l'enseignante explique bien les mots compliqués c'est-à-dire scientifiques, elle répète et elle articule. Néanmoins, les élèves ont assimilé les critères de réussite écrits sur la feuille de TP comme consignes de l'enseignante. Cependant, ces pourcentages sont à revoir à la baisse car les élèves, je pense, avaient peur de dire la vérité comme précédemment.

Pour les élèves qui restent, les consignes sont moins claires car ils ne comprennent pas toujours ce que dit l'enseignante.

Il n'y a pas vraiment d'évolution au niveau de la compréhension des consignes orales de l'enseignante. Par contre, les critères de réussite ont bien été compris par les élèves et les aident beaucoup dans leur compréhension et leur rédaction de la démarche expérimentale du TP.

*f. D'après toi, à quoi sert la démarche expérimentale ?*

Cette question est très ouverte, cela permet de laisser les élèves réfléchir sur la démarche expérimentale. Plusieurs types de réponses ont été données :

Les mêmes que précédemment :

- Cette démarche sert à valider et à invalider les hypothèses.
- Cette démarche permet de démontrer notre idée.
- Cette démarche aide à prouver quelque chose.
- Cette démarche nous aide à comprendre ce que l'on fait.
- Cette démarche permet de mieux raisonner.
- Cette démarche sert à mieux comprendre la leçon.
- Cette démarche sert à expliquer et à montrer des choses en le prouvant par nous mêmes.
- Cette démarche permet de trouver la solution de la question que l'on pose.

D'autres types de réponse sont apparues :

- Cette démarche sert à être plus clair.
- Cette démarche sert à comprendre le cours en manipulant et en vérifiant par nous-mêmes et on ne copie pas juste la leçon, on réfléchit.
- Cette démarche sert à mieux comprendre le phénomène que si nous écrivions directement le résultat.

Les réponses données sont plus dirigées sur le fait que cette démarche permet en manipulant par eux mêmes de mieux comprendre les phénomènes physiques que si on leur donnait directement le résultat.

En conclusion générale, du point de vue des élèves, les trois démarches expérimentales leur ont permis de mieux connaître les étapes de la démarche expérimentale et leur signification. Ceci les a donc aidés à se sentir plus à l'aise et d'apprécier cette démarche. Et ils ont compris que je leur demandais de réaliser cette démarche dans leur intérêt pour une meilleure compréhension.

## 2. Analyse critique et perspectives

Je vais faire une analyse critique de ce que m'a permis d'entrevoir cette expérimentation au niveau de la démarche expérimentale et de l'autonomie.

La démarche expérimentale est assez difficile pour les élèves. Les noms des étapes étaient peu connus par les élèves au début de l'expérimentation. Ensuite, beaucoup d'élèves ont appris à connaître les étapes mais ne comprenaient pas en quoi elles consistaient. Le nom, que je donnais aux étapes, n'était sûrement pas adapté au vocabulaire des élèves. Les critères de réussite les ont guidés dans leur compréhension.

L'élaboration de l'hypothèse est d'autant plus facile que la question est fermée. Pour le deuxième TP, cette élaboration a été plus compliquée car la question était assez ouverte et il n'y avait pas eu d'apprentissage au préalable. Grâce à cette expérimentation, j'ai appris qu'il fallait toujours un apprentissage pour que les élèves réussissent et soient autonomes dans le travail demandé.

Le protocole a été difficile à réaliser au début de l'expérimentation mais grâce à la schématisation et à l'apprentissage des premiers TP, celui du dernier TP a été écrit par les élèves avec beaucoup de succès et de rapidité.

Le respect du protocole n'a pas été toujours suivi par les élèves lors de la phase de l'expérimentation sur le premier TP. Mais pour les deux autres TP, tous les élèves avaient bien compris ce respect du protocole, de plus cela a été signalé sur les critères de réussite.

L'écriture des résultats et des observations a été pertinente, les élèves ont bien respecté les critères pour les guider dans cette étape. Cependant, peu d'élèves ont écrit des phrases durant les trois TP. Je pense qu'il est très important que les élèves apprennent à rédiger correctement des phrases de réponses car cela fait parti des connaissances primordiales de l'enseignement. Je vais essayer de les inciter fortement dans l'écriture d'une phrase pour répondre à l'étape du résultat en l'ajoutant aux critères de réussite et en lui donnant une forte récompense au niveau des points.

L'interprétation est le point délicat de cette démarche. Elle est difficile pour les élèves car ce mot ne signifie rien dans leur vocabulaire. Même à l'aide des critères de réussite et d'explication sur cette étape, je n'ai vu qu'une faible amélioration des élèves ; il en était de même pour la justification. Cependant, plus d'élèves essayent de la réaliser mais sans trop de succès. Je vais essayer de les aider en travaillant uniquement avec eux sur cette étape avec plusieurs exemples que je vais essayer de choisir dans le programme. Peut-être je vais essayer de retravailler le vocabulaire choisi (qui ne doit pas être un obstacle à l'apprentissage mais au contraire compréhensible par tous) pour toutes les étapes : exemple : « ce que je crois », « la manipulation que je propose », « ce que j'observe », « ce que je peux en déduire »...

La conclusion a toujours été réussie par les élèves et la justification est assez convaincante.

Dans la globalité des copies, les élèves se sont améliorés dans la rédaction de leur compte rendu de TP de démarche expérimentale. La principale difficulté des élèves est la justification des étapes. A leur âge, il est peut être difficile de décrire, d'utiliser un langage explicatif.

Au début de l'expérimentation, les élèves n'étaient pas à l'aise dans cette démarche. Ensuite, après une phase d'apprentissage, les élèves ont gagné en rapidité et en autonomie. Il y a plusieurs points qui me font penser que les élèves sont plus autonomes qu'au début de l'expérimentation : moins de questions ont été posées, par les élèves, pour la compréhension des étapes, tous les élèves ont écrit « je pense que » pour l'hypothèse et « je valide ou j'invalide mon hypothèse » pour la conclusion et sans les critères de réussite. Ensuite pour l'expérience, tous les élèves savaient exactement quoi faire (comment peser, comment brûler) et surtout durant la séance il n'y a eu aucun moment où les élèves étaient inactifs, ils savaient ce qu'ils avaient à faire, même au début de la séance, les élèves se sont mis rapidement au travail. La connaissance des étapes permet de gagner de la rapidité et les critères de réussite ont permis aux élèves d'être plus autonomes en les guidant. Lors d'une expérience, il faut savoir ce qu'on doit regarder pour pouvoir être efficace dans les observations.

Néanmoins, malgré une nette amélioration, cette expérimentation possède des limites. Déjà, l'intérêt des élèves a diminué au fil des TP. Les élèves ont, selon eux, fait trois fois la même chose.

Peut-être que je n'ai pas assez varié les supports, j'ai utilisé deux fois une photo comme situation de départ.

De plus, la mise en commun sur transparent plaît énormément aux élèves, en général, ils sont fiers de leur travail. Dans cette expérimentation, je n'ai pas utilisé ce support car je ne voyais pas comment évaluer chaque binôme en mettant en commun dès la phase du protocole. Ou alors il aurait fallu que je revoie les critères d'évaluation.

De même, la démarche expérimentale permet aux élèves d'être acteur dans l'acquisition de leur connaissance, cependant elle ne doit pas être unique. J'aurais peut être dû intercaler d'autres types de séance de TP entre les TP de cette expérimentation.

Le premier et le dernier TP sont assez faciles à corriger tandis que le deuxième TP, impliquant trois hypothèses, est trop long à corriger. Pour cette séance, il a été nécessaire de faire une correction détaillée qui a duré environ 45 minutes.

Maintenant que cette expérimentation est terminée, je vais voir dans les prochains TP en démarche expérimentale si les élèves vont pouvoir réinvestir ce qu'ils ont appris dans d'autres types de situations.

# Conclusion

Durant cette expérimentation, j'ai essayé de rendre les élèves plus autonomes lors d'une démarche expérimentale. Pour cela, j'ai mis en œuvre trois TP en laissant aux élèves de plus en plus d'autonomie. D'une part, le TP guidé a aidé les élèves pour se familiariser avec cette démarche et les critères de réussite associés à chaque étape. Le deuxième TP, qui était plus compliqué, a permis de voir la place de différentes hypothèses sur l'expérimentation pour un même problème de départ. Et le dernier TP a laissé aux élèves le réinvestissement de leur connaissance de la démarche expérimentale en totale autonomie (sans mon aide, ni critère de réussite).

Grâce à cette dernière expérimentation, j'ai pu remarquer que les élèves ont acquis la connaissance des étapes et de leur signification. Ils ont été capables de réinvestir leur connaissance à une démarche expérimentale proche de ce qu'ils connaissent. J'ai voulu que ce TP soit similaire à un TP qu'ils avaient déjà réalisé car tout apprentissage nécessite un apprentissage préalable de la méthode. Les élèves sont beaucoup plus autonomes, ils sont capables de mener en groupe sans aucune aide la démarche expérimentale permettant de répondre à un problème.

Maintenant, pour vérifier que cette expérimentation a été efficace pour les élèves sur le long terme, il va falloir qu'ils réinvestissent leur travail à des problèmes inconnus. J'espère qu'ils utiliseront cette méthode pour le résoudre.

Il me semble essentiel d'habituer les élèves à pratiquer une démarche scientifique même si les élèves ne comprennent pas immédiatement où l'on veut en venir. En effet, à force de commencer par observer, émettre des hypothèses puis les vérifier, les élèves acquerront cette méthode de fonctionnement. Ils voient aussi qu'on ne peut pas tout trouver du premier coup, et qu'une « erreur » peut aider : elle va permettre d'éliminer une hypothèse, et donc de se rapprocher de la solution.

Je trouve qu'il y a beaucoup d'intérêt à améliorer l'autonomie des élèves en démarche expérimentale : ils construisent leur séance, échangent leurs idées en groupe et se sociabilisent, de plus les élèves sont actifs (ils ne s'ennuient pas) et apprennent par eux-mêmes.






Pour l'enseignant, cette autonomie est très utile, car au lieu de s'occuper d'un groupe en entier, cela lui permet de cibler les élèves en difficulté. Les autres élèves étant actifs et calmes, il est très aisé d'aider ses élèves qui demandent plus d'attentions et d'aides.

# Bibliographie

- « *L'autonomie et le travail personnel des élèves - Disciplines scientifiques en lycée* » publié par l'éducation nationale.
- Le BO de 22 juillet 2006
- Mémoire de Nathalie CHARIGNON-DURAND « *Si le TP a plus de sens pour les élèves, ceux-ci seront-ils plus autonome* »
- Mémoire de Marie-Laure OYHENART « *La pratique expérimentale au cycle central du collège : Quel est son intérêt ? Comment l'organiser ?* »

# *Annexes*

## *Sommaire des annexes*

	Pages
 Annexe 1 : Le TP guidé	I-II
 Annexe 2 : Le TP Top	III-V
 Annexe 3 : Le TP autonome	VI
 Annexe 4 : Le questionnaire	VII-VIII
 Annexe 5 : Comptes rendus d'élèves	IX-XII

## *Annexe 1 : Le TP guidé*

### **L'air a-t-il une masse ?**

	<b>Critères de réussite</b>	
Présentation (2 points)	Ecriture Pas de rature Répondre par des phrases correctes	* * **
<b>Quand on va gonfler le ballon, que va faire la balance ?</b>  1) Ecris ton hypothèse : Que penses-tu par rapport au mouvement de la balance ? (2 points)	La phrase commence par je pense que Le mouvement de la balance Explication	* ** *

<p>2) Propose un protocole pour vérifier ton hypothèse. (4 points)</p>	<p>Liste de matériel Explication complète de l'expérience Ecrire des phrases</p>	<p>** ***** *</p>
<p><b>Appelle le professeur.</b></p>		
<p>3) Réalisent l'expérience et écris les résultats. (4 points dont 2 points pour la manipulation)</p>	<p>Manipulation : Lecture exacte sur la balance Placement du ballon sur la balance  Ecriture des résultats précis Unité Ecriture d'une phrase de réponse</p>	<p>** **  ** * *</p>
<p>4) Interprète les résultats (L'air a-t-il une masse ?) : (4 points)</p>	<p>Ecriture d'une phrase de réponse Répondre à la question Justification de la réponse</p>	<p>** ** ****</p>
<p>5) Conclue (valide ou pas ton hypothèse et pourquoi ?) : (4 points)</p>	<p>La phrase commence par je valide ou je ne valide pas Ecriture d'une phrase pour la réponse Justification de la réponse</p>	<p>** * *****</p>


## *Annexe 2 : Le TP Top*

Photo d'une grillade

**Quand je réalise une grillade au charbon de bois\*...**

**Que faut-il pour brûler ?**

**\*le charbon de bois est uniquement constitué de carbone**

## Que faut-il pour brûler ?

	<b>Critère de réussite</b>	
Présentation (2 points)	Ecriture Pas de rature Répondre par des phrases correctes	* * **
Hypothèse : (1,5 points)	La phrase commence par je pense que Justification	* **
Protocole d'expérience : (4 points)	Liste de matériel Explication complète de l'expérience Schéma de l'expérience	*** ***
		**

Expérience (2,5 points)	Respect du protocole Respect des consignes de sécurité Placement du charbon de bois Placement du bocal	** * * *
Résultat-observation : (3 points)	Au niveau du charbon de bois Au niveau de l'air Au niveau du bocal	** ** **
Interprétation : (3 points)	Répondre à la question posée Justification par l'expérience	** *** *
Conclusion : (1,5 points)	La phrase commence par je valide ou je ne valide pas Justification	* **

Test : (2,5 points)	Choix du test Résultat du test Conclusion du test	* ** **

### *Annexe 3 : Le TP en autonomie*

## **Un entrepôt bâti en fer est en train de brûler....**

Photo d'un entrepôt en fer





plutôt claire

claire

plutôt pas claire

pas claire

Pourquoi ?

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

6) D'après toi, à quoi sert la démarche expérimentale ?

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