

MEMOIRE présenté pour l'obtention du Master MEEF (Métiers de  
l'enseignement, de l'éducation et de la formation)

Professeur du second degré :

Mathématiques-Sciences Physiques et Chimiques

# **LA TRANSPOSITION DE LA DEMARCHE D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE AU SECONDAIRE ET LE NUMERIQUE:**

## **Quelles difficultés ?**

Par

**Matthieu PIERRE-JUSTIN**

Année universitaire : 2017-2018

N° d'étudiant : 11606907

Directrice du mémoire :

**Françoise POYET**

Membres du Jury :

**Françoise POYET**

**Nadja ACIOLY-REGNIER**

## **RESUME**

Ma recherche s'intéresse à la démarche d'investigation scientifique en lien avec les outils numériques. En effet, depuis le changement de programme du lycée professionnel en 2009, il est demandé aux professeurs d'intégrer la démarche d'investigation dans leur enseignement. De plus, celle-ci est mise en œuvre à l'aide des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement). Je me suis alors intéressé aux difficultés qu'ont les enseignants du secondaire à mettre en œuvre cette démarche d'investigation scientifique au sein de leurs classes et à l'apport du numérique lors de celle-ci pour les élèves.

Ainsi, j'ai réalisé une étude théorique rassemblant différentes théories de l'apprentissage afin de montrer leur impact sur les programmes en cours, mais aussi afin de définir les concepts et les principes d'une démarche d'investigation scientifique. Dans cette étude, sont développés les principes des différents outils numériques utilisés dans l'enseignement des matières scientifiques.

Pour le recueil des données, la méthode choisie est celle de distribution questionnaires à destination des enseignants du secondaire afin d'avoir un retour sur leur pratique et les difficultés inhérentes à celle-ci, ainsi qu'une étude sur l'apport du numérique en étudiant les travaux des élèves d'une même classe séparée en deux groupes dont un réalisant l'activité via l'outil numérique et l'autre sous forme de supports papier.

### **Mots clés :**

Démarche d'investigation ; enseignants ; secondaire ; élèves ; numérique ;  
transposition didactique

## ***ABSTRACT***

My research focuses on the scientific investigation approach related to digital tools. Indeed, since the change of curriculum of the vocational high school in 2009, teachers are asked to integrate the survey approach into their teaching. In addition, it is implemented using ICT (Information and Communication Technologies for Education). Then I used the difficulties that high school teachers have in implementing this process of scientific inquiry in their classrooms and the contribution of computer science in the context of these for students.

Thus, I studied a theoretical study gathering different theories of learning to show their impact on current programs, but also to define the concepts and principles of a scientific investigation approach. In this study, the principles of the different digital tools used in the teaching of scientific subjects are developed.

For the collection of data, the method chosen is that of the distribution of surveys for secondary school teachers in order to have a return on their practice and the difficulties they have, as well as a study on digital in student. One of the two groups of students didn't realize the activity through the digital tool and the other in the form of paper.

### **Key words:**

Investigative approach; teachers; secondary; pupils; digital; didactical transposition

## **REMERCIEMENTS**

Tout d'abord, je tiens à remercier Françoise POYET pour la qualité de son encadrement et les conseils qu'elle m'a prodigués tout au long de mon projet.

Mes remerciements s'adressent également à mes tuteurs de stage Bernard CROUZET et Christophe REJNERI qui m'ont aiguillé sur le sujet de la démarche d'investigation scientifique et sur son application tout au cours de l'année scolaire.

Je remercie Olfa SOUDANI qui m'a permis d'enrichir mes connaissances sur le concept de démarche d'investigation scientifique à travers l'étude de publications scientifiques.

De plus, je remercie aussi les enseignants de l'équipe pédagogique du Lycée André CUZIN à Caluire-et-Cuire pour leur aide précieuse à l'avancement de mes recherches.

Je remercie également l'Université Claude Bernard Lyon 1, pour m'avoir accompagné tout au long de ma formation du master MEEF second degré MSPC.

Pour finir, je remercie tous les enseignants qui ont pris le temps de répondre à mon questionnaire.

# SOMMAIRE

<b>RESUME.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>4</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>PARTIE 1 : LES APPORTS THEORIQUES.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Le modèle transmissif de l'apprentissage.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Le constructivisme.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Définition et principe de la démarche d'investigation.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Critères caractéristiques d'une démarche d'investigation.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Les outils numériques.....</b>	<b>17</b>
5.1. L'ordinateur.....	17
5.2. La tablette tactile.....	18
5.3. Le smartphone.....	18
<b>PARTIE 2 : LES DONNEES DU TERRAIN ET LEUR ANALYSE.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Méthodologie.....</b>	<b>20</b>
6.1. Problématique.....	20
6.2. Hypothèses.....	20
6.3. Contexte.....	21
6.4. Méthode de recueil des données.....	21
6.4.1. Première phase d'expérimentation : enseignants.....	21
6.4.2. Deuxième phase d'expérimentation : élèves.....	22
6.4.2.1. Présentation de la classe.....	22
6.4.2.2. Présentation de l'activité d'apprentissage.....	23

<b>7. Résultats et interprétation.....</b>	<b>24</b>
7.1. Première phase d'expérimentation : enseignants.....	24
7.2. Deuxième phase d'expérimentation : élèves.....	38
7.2.1. Description de l'activité d'apprentissage.....	38
7.2.2. Expérimentation : groupe témoin.....	40
7.2.3. Expérimentation : groupe test.....	42
7.2.4. Comparaison entre les deux expérimentations.....	42
<b>PARTIE 3 : CONCLUSION.....</b>	<b>47</b>
<b>8. Discussion.....</b>	<b>48</b>
8.1. Limites liées aux caractéristiques de l'échantillon d'enseignants interrogés	
8.2. Limites liées au nombre d'élèves observés.....	48
8.3. Limites liées à la durée de l'étude.....	49
8.4. Limites liées à l'étude d'une seule activité d'apprentissage.....	49
<b>9. Projection dans le métier en lien avec les résultats de ma recherche....</b>	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>51</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>53</b>

## ***INTRODUCTION***

La mission de l'enseignant est à la fois d'instruire les jeunes qui lui sont confiés, de contribuer à leur éducation et de les former en vue de leur insertion sociale et professionnelle. Il leur fait acquérir les connaissances et savoir-faire, selon les niveaux fixés par les programmes et référentiels de diplômes. Il concourt au développement de leurs aptitudes et capacités, les aide à développer leur esprit critique, à construire leur autonomie et à élaborer un projet professionnel.

Depuis 2009, l'enseignement scientifique a rencontré de nombreuses modifications au lycée professionnel avec l'arrivée du nouveau programme de baccalauréat professionnel. De ce fait, les professeurs de Mathématiques et Sciences Physiques sont encouragés à instaurer dans leurs situations d'apprentissage la démarche d'investigation scientifique.

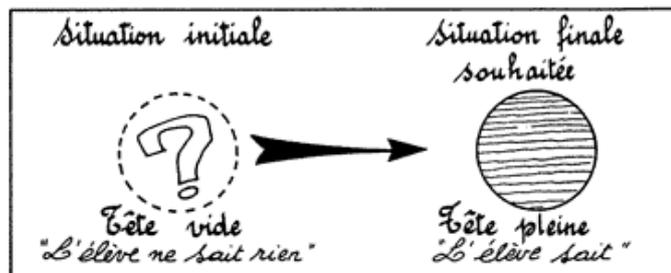
Ce mémoire se divise en deux grandes parties autour de la démarche d'investigation scientifique. Dans la première partie, l'accent sera mis sur le passage du modèle transmissif au modèle privilégié à présent inspiré du constructivisme ainsi que l'apport du numérique dans celle-ci. La deuxième partie sera axée sur une étude thématique basée sur la démarche d'investigation scientifique autour des enseignants et ensuite des élèves.

**PARTIE 1**  
**LES APPORTS**  
**THEORIQUES**

Actuellement, certains didacticiens s'accordent pour regrouper les modèles de l'apprentissage selon deux courants : le modèle transmissif et le modèle constructiviste.

## 1. Le modèle transmissif de l'apprentissage

La conception transmissive de l'apprentissage prétend que pour apprendre, l'élève doit suivre, écouter, être attentif, répéter, imiter et appliquer. Ce modèle directif d'enseignement prend comme acquis que l'élève est une boîte vide sans connaissance qu'il s'agirait de remplir.



**Schéma n°1 : Etats de l'apprenant**

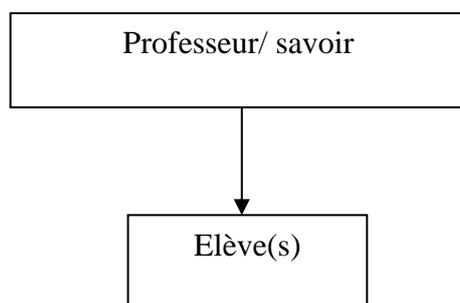
Le rôle de l'enseignant, celui qui sait, doit expliquer clairement, il est en position centrale d'émetteur, de transmetteur de connaissances. Les élèves, ceux qui ne savent pas, sont en position de récepteurs.

Ainsi, l'élève apparaît comme le « présent-absent » du système éducatif : il est là mais on ne tient pas compte de ce qu'il sait ou croit savoir.

En effet, avec ce modèle, l'élève ne participe en aucun cas à la construction de son apprentissage. C'est une démarche très directive où l'élève est un simple exécutant.

De ce fait, l'élève est spectateur : la séance est construite pour lui mais sans lui.

Il existe un rapport frontal entre l'enseignant et les élèves :



***Schéma n°2 : Représentation du modèle transmissif de l'enseignement***

Cette relation binaire définit le rôle de chaque individu : l'enseignant doit expliquer clairement le sujet, l'élève doit écouter avec attention.

Aussi une séance de ce type est rigoureusement cadrée par le professeur, de telle sorte que n'émerge aucune discussion de la part des élèves et que la connaissance dispensée par l'enseignant apparaisse comme une évidence incontestable pour l'élève. C'est une pédagogie centré sur l'enseignant.

Cependant, cette démarche transmissive permet un gain de temps et de moyens considérables pour la mise en œuvre des séquences d'enseignement, en supposant le fait que les apprenants soient motivés et attentifs.

Un enseignement où l'élève construit lui-même chaque bricbe de son savoir ne serait-il pas plus efficace afin d'éveiller son envie de s'impliquer dans l'acquisition du savoir ?

## **2. Le modèle constructiviste de l'apprentissage**

Selon cette théorie de l'apprentissage, les connaissances se construisent par ceux qui apprennent. En effet, l'acquisition des connaissances suppose que l'apprenant est acteur de son apprentissage. Ainsi cela suppose l'activité de l'élève

par la manipulation d'idées et de connaissances. L'individu est donc le protagoniste actif du processus de connaissance, et les constructions mentales qui en résultent sont le produit de son activité. Le plus grand représentant du constructivisme est Jean PIAGET qui est un psychologue suisse du XX<sup>ème</sup> siècle. Celui-ci fait du sujet l'acteur principal et le place au cœur du processus. Selon lui, l'individu construit sa connaissance à l'aide d'interactions avec des objets ou phénomènes. Une autorégulation permettrait une meilleure adaptation de l'individu à son environnement.

PIAGET pense que l'apprentissage est issu d'une adaptation de nos schèmes de pensée à des données nouvelles du réel. Ainsi cette adaptation passe soit par l'assimilation, soit par l'accommodation.

En effet, l'assimilation correspond à l'interprétation d'évènements nouveaux au vu des schèmes de pensées présents dans les esprits des sujets. Ainsi selon lui, nous passons constamment de l'assimilation à l'accommodation pendant les différents processus de compréhension du monde qui nous entoure.

De ce fait, selon ce psychologue, le développement guide et précède l'apprentissage.

### **3. Définition et principe de la démarche d'investigation**

Avant de pouvoir discuter de l'application de cette démarche dans le cadre de l'enseignement, il est important de pouvoir en caractériser ses éléments fondamentaux dans un cadre plus général. Si celle-ci est généralement perçue comme unique et codifiée, elle est traversée par plusieurs courants épistémologiques.

Ainsi deux courants sont particulièrement opposés : un centré sur l'induction et

l'autre sur la déduction (Darley, 1996, p.9-31). Les scientifiques s'appuyant sur le premier donnent la primeur aux observations non préalablement orientées qui leur permettent à la fois de se poser une problématique mais aussi de les associer pour répondre à celle-ci,

« *La réponse au problème [étant] une synthèse a posteriori des interrelations liants ces observables entre eux* » (Darley, 1996, p. 9-31). Pour les scientifiques s'appuyant sur le deuxième courant, « *La connaissance n'est jamais immédiate, l'observation est toujours trompeuse et l'on ne peut comprendre le réel si l'on n'a pas, au préalable, critiqué et désorganisé ses intuitions premières* » (Darley, 1996, p.9-31). Ainsi l'observation n'est pas première, ni dans la problématisation, ni dans la démonstration.

Au-delà de ces différences, il existe tout de même un certain nombre d'idées directrices communes permettant de caractériser une démarche d'investigation scientifique. Tout d'abord, celles-ci sont toutes tournées vers un même but : « *disposer et diriger son esprit dans l'acte de connaître* » (Favre et al., 1993, p.39), de manière à pouvoir anticiper ses conséquences, un protocole expérimental reproductible selon les principes déterministes définis par Claude Bernard, « *une interprétation des résultats dans le strict champ d'application défini par la formulation du problème* » (Darley,1996, p.9-31)

Ainsi, chaque élève participant à une séance se revendiquant de la démarche d'investigation scientifique devrait être acteur de chacune de ces étapes.

Les sciences sont perçues de manière complexe par les élèves. En effet, cette discipline nécessite une charge importante de travail et une réflexion particulière de la part des élèves. De ce fait, cela entraîne un désintérêt et une incompréhension des sciences ce qui explique la démotivation des élèves pour le domaine

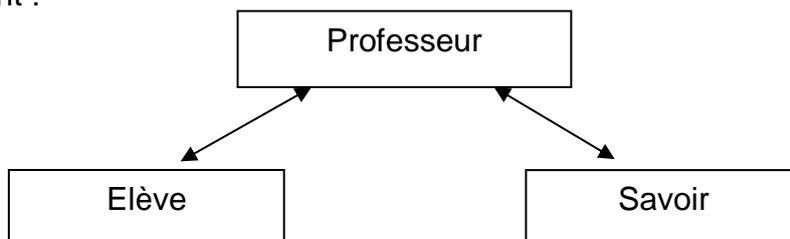
scientifique. Afin de remédier à ce constat, l'idée d'une pédagogie de la construction du savoir s'est alors développée. Depuis la fin des années 1980, grâce à l'observation d'enfants et d'adultes dans divers environnements, les psychologues de la cognition et du développement ont élaboré un certain nombre de théories de l'apprentissage. Ces théories ont fusionné pour devenir la théorie constructiviste de l'apprentissage. Cette théorie fonde la démarche d'investigation qui débouche sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire technique.

Cette démarche, initiée à l'école primaire, s'appuie sur un questionnement des élèves relatif au monde réel. Il est stipulé dans les nouveaux programmes de baccalauréat professionnel que la démarche d'investigation permet « *la construction de connaissances et de capacités à partir de « situations problèmes » motivantes et proches de la réalité pour conduire l'élève à :*

- *Définir l'objet de son étude*
- *Rechercher, extraire et organiser l'information utile (écrite, orale, observable)*
- *Inventorier les paramètres et formuler des hypothèses ou des conjectures*
- *Proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de valider ces hypothèses ou de les infirmer (manipulations, mesures, calculs)*
- *Choisir un mode de saisie et d'exploitation des données recueillies lors d'une expérimentation*
- *Elaborer et utiliser un modèle théorique ;*
- *Enoncer une propriété et en estimer les limites »*

La démarche d'investigation permet un travail d'analyse, de recherche, de découverte, d'exploitation et de synthèse des résultats. Elle a séduit beaucoup de chercheurs en pédagogie.

Contrairement à la démarche transmissive, elle place l'élève dans le rôle d'acteur pour la construction de ses connaissances. Cette fois-ci, il ne s'agit plus d'un rapport frontal où seul l'enseignant transmettait le savoir. L'élève, en participant à la construction de ses connaissances, est non seulement en relation avec le professeur mais aussi et surtout avec le savoir. Cette démarche peut-être modélisée par le schéma suivant :



**Schéma n°3** : Représentation du modèle constructiviste de l'enseignement

D'après les nouveaux programmes de baccalauréat professionnel : « *la démarche d'investigation doit contribuer à développer chez l'élève :*

- *La curiosité, l'imagination raisonnée, la créativité, l'ouverture d'esprit*
- *L'ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté*
- *Le goût de chercher et de raisonner*
- *La rigueur*
- *L'esprit critique vis-à-vis de l'information disponible »*

Cependant, une première difficulté est le temps nécessaire pour la réalisation d'une telle démarche. La lecture du bulletin officiel de lycée professionnel ne permet pas l'application d'une démarche d'investigation pour tous les thèmes. Il faut cependant privilégier autant que possible ce type de démarche.

#### 4. Critères caractéristiques de la démarche d'investigation

Le cheminement du processus de recherche s'organise schématiquement de la façon suivante, 6 étapes y sont décomposées :

- *Situation problématique ouverte et, souvent, confuse.*
- *Énoncé précis du problème.*
- *Construction d'hypothèses réfutables expérimentalement et/ou à partir du corpus de connaissances.*
- *Elaboration de stratégies (au pluriel) pour la mise à l'épreuve des hypothèses.*
- *Interprétation des résultats à la lumière des hypothèses, du corpus théorique et d'autres résultats.*
- *Communication des résultats : échanges avec d'autres équipes.*

(Gil-Pérez, 2003, p.14)

Ces passages obligés qui découlent les uns des autres de façon chronologique, sont de façon évidente inter reliés entre eux : ainsi, l'interprétation des résultats à la lumière des hypothèses peut amener à revenir à une phase d'élaboration de stratégies pour éliminer un facteur influençant de manière non voulue une expérience, de même que la communication des résultats peut aussi permettre de revenir sur la construction d'hypothèses voir sur l'énoncé précis du problème. Ces temps semblent donc répondre aux points communs dégagés dans la partie précédente pour caractériser une démarche d'investigation scientifique.

Il peut être intéressant de croiser ce diagramme de processus de recherche avec la liste de critères d'authenticité d'une investigation (de C1 à C 10) (Cariou, 2010, p.14) et avec le tableau de difficultés de mise en œuvre de l'investigation relevant les normes professionnelles à caractère toxique aux difficultés de mise en œuvre de séquences d'investigation en classe de sciences qui ont pour objectif de

comprendre les déterminations de l'action (Marlot et al., 2015, p.22). A la première étape de confrontation à une problématique ouverte et souvent confuse, on peut associer le critère C1 mis avant par l'importance du caractère à la fois énigmatique de la problématique mais aussi au fait qu'elle soit à la portée des élèves (Cariou, 2010, p.14). La difficulté associée à cette étape est le fait que la situation déclenchante soit trop ouverte pour restreindre les recherches à la problématique visée par le bulletin officiel par l'intermédiaire de l'enseignant (Marlot et al.,2015, p.22). Le choix de la situation déclenchante est donc la première problématique posée à l'enseignant car il faut qu'elle soit à la fois motivante pour les élèves, assez large pour englober la problématique visée mais assez restreinte pour s'adapter aux savoirs faire des élèves et aux connaissances visées.

De même, il existe une difficulté du fait que « les problèmes scientifiques ne sont pas ceux du quotidien » et donc que « le passage de la situation du quotidien au problème scientifique est forcé » (Marlot et al., 2015, p.24). La deuxième étape va de pair avec le critère C2 du fait que le problème soit réellement posé aux élèves, c'est à dire qu'il soit non implicite et clair à leurs yeux (Cariou, 2010, p.18). La difficulté est ainsi ici dans le travail d'explicitation et de mise en mots pour que chaque élève soit immergé dans la problématique de la classe alors qu'ils n'ont pas tous les mêmes connaissances et la même culture scientifique. Le critère mis en jeu dans les troisième et quatrième étapes est le fait que les hypothèses proviennent des élèves eux-mêmes et non de l'enseignant (critère C3). Pour cette étape, « *les hypothèses, prévisions, protocoles...ne sont pas contrôlées par des connaissances théoriques et/ou des résultats antérieurs les propositions sont trop ouvertes et ingérables* » (Marlot et al., 2015, p.24). Il existe ici une position difficile à gérer pour l'enseignant qui doit à la fois ne pas éliminer de façon autoritaire les propositions des élèves mais

est aussi soumis à des contraintes de temps, de matériel et de savoirs précis à faire acquérir aux élèves. De même pour que le critère C4 : « qu'un débat entre eux sur leur recevabilité soit instauré », C5 « celles retenues aient un aspect douteux » et C6 « conçues par eux afin d'éprouver leurs idées » soient possibles, il faut que les élèves aient un bagage scientifique à la fois suffisamment haut pour avoir une idée d'une hypothèse possible mais aussi pas suffisamment élevée pour que le caractère de celle-ci en reste douteux.

Pour l'interprétation et la communication des résultats qui mettent en exergue les critères C9 « une nouvelle phase de débat s'ouvre au moment d'interpréter les résultats obtenus » et C 10 « les conclusions soient élaborées par les élèves et non dictée », il existe la possibilité que cela reste « *un débat d'opinion en l'absence d'arguments élaborés* » (Marlot et al., 2015,p.25). Ainsi ces critères de validation d'une réelle séance mettant en jeu la démarche d'investigation scientifique et les difficultés soulevées montrent qu'ils existent de réelles difficultés théoriques à l'application de cette méthode en classe.

## **5. Les outils numériques**

### **5.1. L'ordinateur**

L'ordinateur est un outil numérique très répandu dans les établissements scolaires et universitaires. Il est définie comme étant une « machine automatique de traitement de l'information, obéissant à des programmes formés par des suites d'opérations arithmétiques et logiques. » (Larousse). L'ordinateur permet le traitement, la saisie et l'exploitation d'information, ainsi il est très utilisé pendant les séances de cours impliquant une démarche d'investigation scientifique car à l'aide

des logiciels de traitement d'informations et de modélisation, il sert pour les expérimentations assistées par ordinateur (Exao) via des logiciels tels que Latis pro et Atelier scientifique. De plus, grâce à Internet, de nombreuses informations peuvent transiter entre les différents utilisateurs, ce qui en fait un outil prépondérant dans l'enseignement d'aujourd'hui.

## **5.2. La tablette tactile**

La tablette tactile est définie comme un « ordinateur portable et ultraplat, qui se présente comme un écran tactile et qui permet notamment d'accéder à des contenus multimédias » (wikipedia.org) .Cet outil présente des avantages d'utilisation notamment au niveau de son envergure qui permet un transport moins contraignant qu'un ordinateur.

## **5.3. Le smartphone**

Par analogie à la tablette, le smartphone est un téléphone portable intelligent ayant une capacité de téléchargement d'applications permettant d'avoir un fonctionnement semblable à celui d'un ordinateur. Doté d'un écran tactile la plupart du temps, il a été très répandu dans le monde à partir de 2007 et a permis au travers de ses applications telles que les réseaux sociaux par exemple, d'améliorer la portée des échanges entre les différents utilisateurs.

**PARTIE 2**

**LES DONNEES DU**

**TERRAIN ET LEUR**

**ANALYSE**

## **6. Méthodologie**

### **6.1. Problématique**

Dans ce mémoire de recherche, la problématique est double. En effet, elle fait référence à la fois la mise en œuvre de la démarche d'investigation scientifique à l'aide du numérique par les enseignants mais aussi à l'apport du numérique dans cette démarche pour les élèves. De ce fait, elle s'intitule de la manière suivante : Quelles sont les difficultés de la transposition de la démarche d'investigation scientifique via le numérique pour les enseignants ? Les outils numériques favorisent-ils la réalisation d'une démarche d'investigation scientifique pour les élèves ?

### **6.2. Hypothèses**

Tout d'abord, en ce qui concerne la première partie de ma problématique, mon hypothèse est que malgré le fait que l'usage de la démarche d'investigation scientifique dans les enseignements soit préconisé et présente un grand nombre d'avantages, les enseignants doivent faire face à différentes contraintes d'ordre matérielles, de temps ou encore de connaissances par exemple, dans la mise en œuvre de cette démarche.

Ensuite, concernant la deuxième partie, le fait d'utiliser un outil numérique tel qu'un ordinateur, une calculatrice, une tablette ou un smartphone permet d'apporter plus d'intérêt, de motivation et de facilité à l'élève, et donc favorise la réalisation d'une démarche d'investigation scientifique.

### **6.3. Contexte**

Etant professeur de Mathématiques-Sciences physiques et chimiques stagiaire au sein d'un lycée professionnel, je mènerai ma première phase d'expérimentation sur un panel de collègues enseignants de matières scientifiques telles que les mathématiques, les sciences physiques et chimiques, la science et vie de la terre, la biotechnologie, la biochimie et le génie biologique au sein de l'académie de Lyon.

Ma deuxième phase d'expérimentation sera réalisée au sein d'une de mes classes au lycée. Celle-ci comporte vingt élèves séparés en deux groupes de dix élèves lorsque que je les ai en cours de Sciences physiques et chimiques. Ayant à disposition une salle de travaux pratiques hybride, c'est-à-dire que celle-ci est équipée à la fois de paillasses de travail et de postes informatiques, le premier groupe de dix élèves réalisera l'activité d'apprentissage sur le jus de chou rouge en adoptant une démarche d'investigation scientifique à l'aide des ordinateurs et des calculatrices tandis que le second groupe de dix élèves réalisera cette activité en adoptant une démarche d'investigation scientifique sur un support papier.

### **6.4. Méthode de recueil des données**

#### **6.4.1. Première phase d'expérimentation : enseignants**

Pour cette première phase d'expérimentation, la méthode choisie est celle de recueil de questionnaires à destination des enseignants de matières scientifiques portant sur la démarche d'investigation scientifique. Ils comportent seize questions ouvertes ou fermées à choix uniques ou multiples sous version numérique et papier seront distribués à des enseignants de mathématiques, sciences physiques et chimiques, sciences et vie de la terre, biotechnologie, biochimie et génie biologique.

La population étudiée regroupe des enseignants exerçant en collège, lycée général, technologique ou professionnel. Ils sont dans la profession depuis plus ou moins longtemps et ont subi des formations différentes. De ce fait, la démarche d'investigation leur a été abordée avec diverses approches en fonction de leur formation préalable et également du fait qu'elle ait été intégrée au programme alors que certains de ces enseignants étaient déjà en poste.

#### **6.4.2. Deuxième phase d'expérimentation : élèves**

Lors de cette deuxième phase d'expérimentation, la méthode adoptée est celle de l'observation des élèves des deux groupes lors de l'activité d'apprentissage dans les conditions énoncées précédemment. De plus, un questionnaire à destination des élèves des deux groupes leur sera distribué à la fin de l'activité afin de pour pouvoir me permettre de valider ou d'invalider mon hypothèse de départ.

##### **6.4.2.1. Présentation de la classe**

La classe concernée dans cette étude est une classe de seconde professionnelle où sont regroupés les élèves de deux filières professionnelles différentes. En effet, certains élèves suivent la filière AFB (Aménagement Finition Bâtiment) et d'autres élèves suivent la filière TISEC (Technicien d'Installation des Systèmes Energétiques et Climatiques). Cette classe est constituée de vingt élèves aux origines scolaires assez différentes, dont 90% sont des garçons. Elle sera séparée en deux groupes, soit le groupe test constitué de dix élèves qui réalisera l'activité d'apprentissage en adoptant une démarche d'investigation scientifique à l'aide des outils numériques et le groupe témoin constitué de dix élèves également la réalisera sur support papier.

### 6.4.2.2. Présentation de l'activité d'apprentissage

L'activité d'apprentissage s'inscrit dans le thème situé dans la partie Hygiène et Santé du programme officiel intitulée « Les liquides d'usage courant : que contiennent-ils et quels risques peuvent-ils présenter ? ». Par une démarche d'investigation initiée par les élèves, cette activité permet d'introduire le chapitre portant sur le pH, les acides et les bases. Ainsi une situation déclenchante portant sur la vie quotidienne permettra de susciter l'intérêt des élèves et de les pousser à se poser des questions, émettre des hypothèses et communiquer.

La situation choisie est celle de « Quentin et le jus de chou rouge » et se présente de la manière suivante : *Quentin, jeune intérimaire, cuisinier de formation, est appelé pour une mission dans un ancien entrepôt de produits chimiques. On lui demande de trier les produits non étiquetés selon leur nature acide ou basique, afin de les évacuer dans des conteneurs spéciaux, soit bleu pour les produits de nature basique, soit rouge pour ceux de nature acide. Ne voulant pas passer pour un incapable, Quentin fait appel à ses bases culinaires. Ainsi il vient le deuxième jour avec du vinaigre, du bicarbonate de sodium alimentaire et du jus de chou rouge. Il se souvient avoir remarqué que :*

- *Le jus de chou rouge changeait de couleur au contact du vinaigre.*
- *Le vinaigre au contact du bicarbonate de sodium provoquait une vive effervescence.*

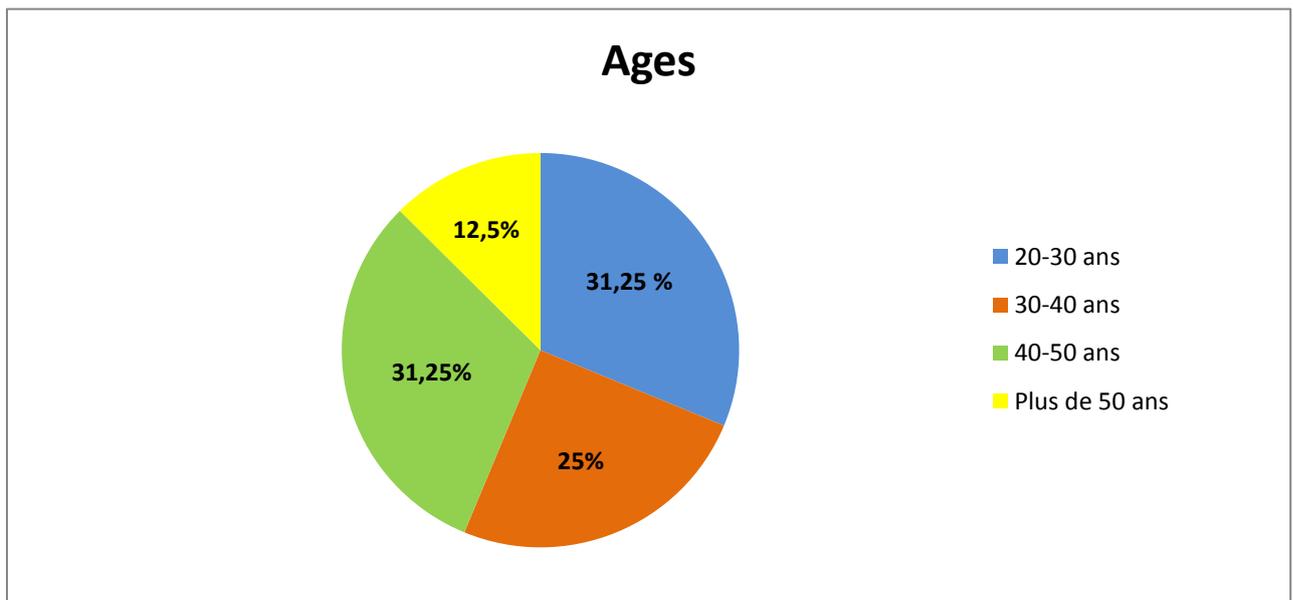
Cette situation a pour problématique : *Comment classer les produits acides et basiques ?* (cf Annexe). Celle-ci devra mener les élèves à procéder à une démarche d'investigation scientifique concourant aux étapes suivantes :

- 1) Une phase d'appropriation du problème.
- 2) Une phase de formulation d'hypothèses et d'élaboration d'un protocole.
- 3) Une phase d'expérimentation.
- 4) Une phase de débat collectif et de validation ou non des hypothèses.
- 5) Une phase de compte rendu et d'institutionnalisation d'une nouvelle connaissance.

## 7. Résultats et interprétations

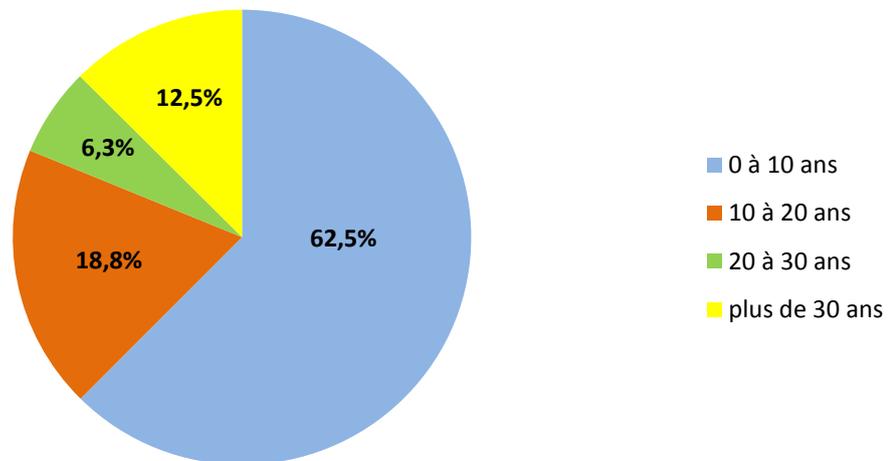
### 7.1. Première phase d'expérimentation : enseignants

Le panel d'enseignants ayant répondu aux questionnaires est au nombre de 32 enseignants de matières scientifiques en secondaire et présente des caractéristiques de carrière assez diverses. En effet, ils sont issus de générations différentes et exercent la profession d'enseignants depuis plus ou moins longtemps selon la répartition suivante :



**Figure n°1 : Répartition des âges des enseignants**

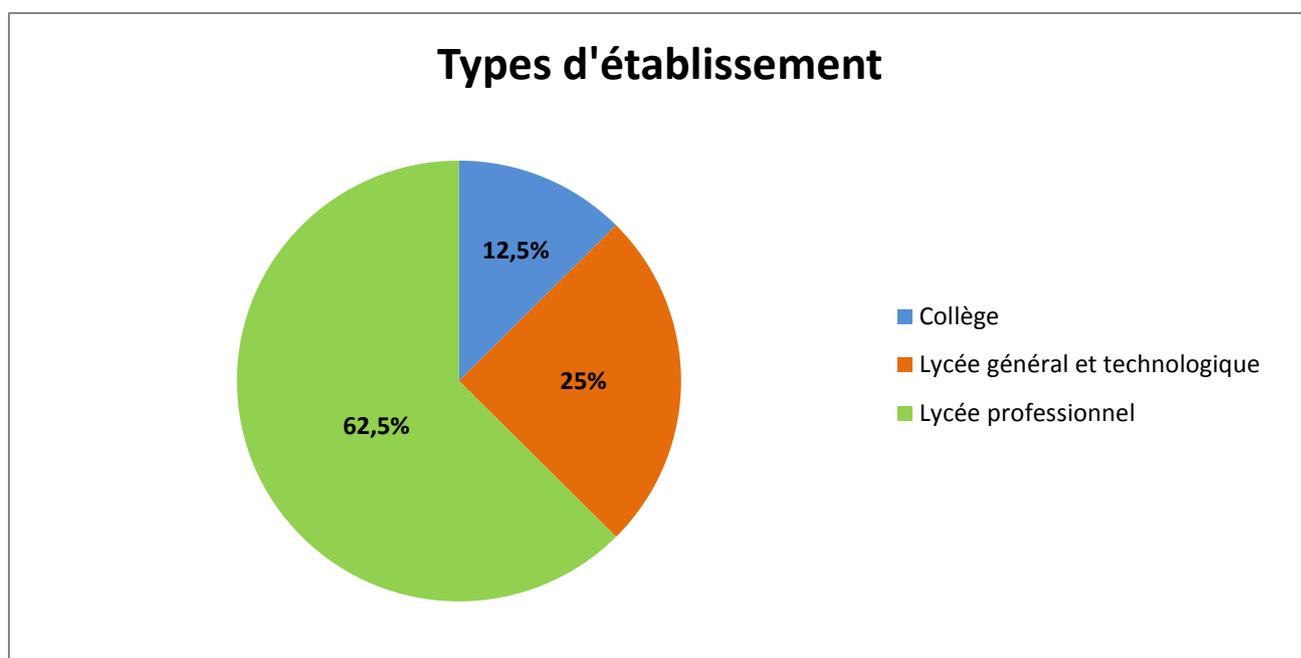
## Ancienneté dans la profession



**Figure n°2** : Répartition des enseignants en fonction de leur ancienneté dans la profession

Dans cette étude, les 32 enseignants ayant répondu se répartissent d'une manière assez équilibrée autour de l'âge de 40 ans mais avec une prédominance d'âges inférieurs à 40 ans. En effet, il y a 56,25% d'enseignants qui ont entre 20 et 40 ans contre 43,75% qui ont 40 ans ou plus (Figure 1). Cependant il y a une relation significative entre la répartition des âges des enseignants et leur ancienneté dans la profession. En effet, il existe une différence importante entre les enseignants ayant exercés dans 62,5 % des cas moins de 10 ans et les 37,5% d'autres qui exercent depuis plus de 10 ans (Figure 2). De plus, sachant qu'un enseignant sortant tout juste d'une formation initiale débute sa carrière autour de 25 ans, il est important de relever qu'une grande proportion de ces sujets sont issus d'une reconversion professionnelle et donc n'ont pas tous subi la même formation en ce qui concerne la démarche d'investigation scientifique.

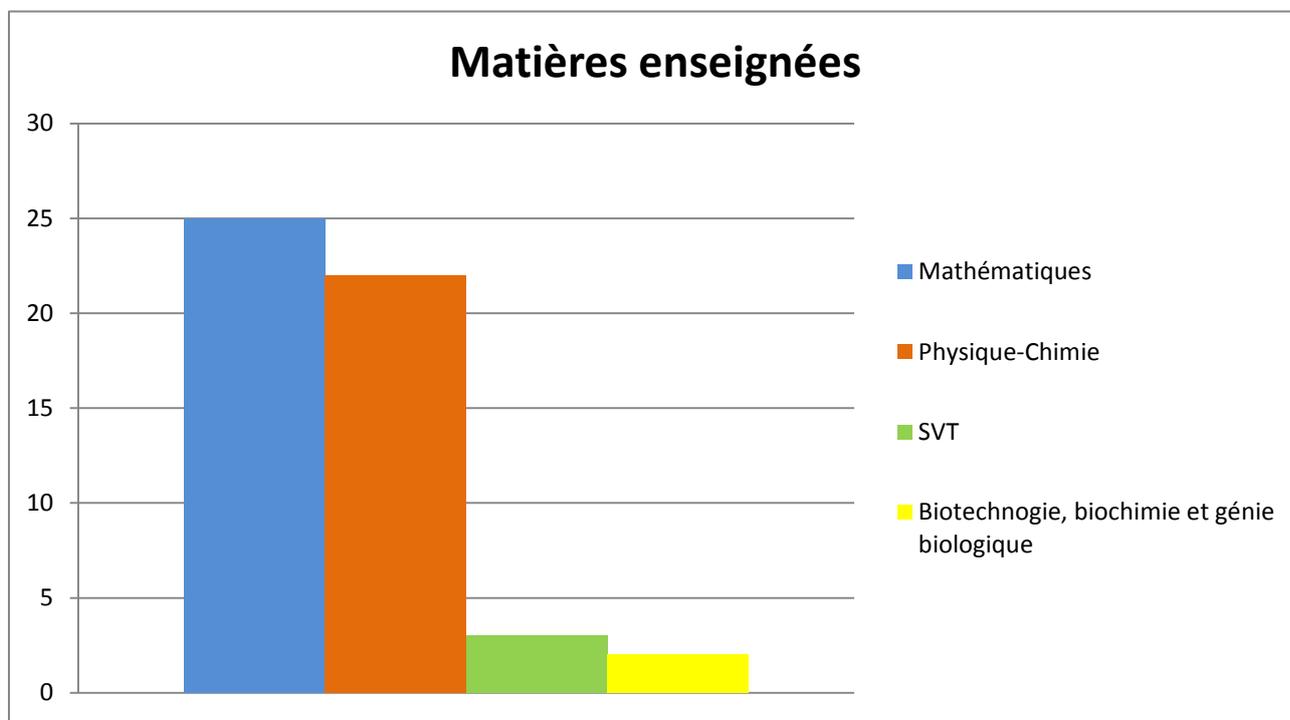
La population étudiée exerce dans les différents établissements du secondaire, à savoir dans les collèges, les lycées généraux, technologiques et professionnels. A noter qu'au sein des lycées professionnels, les enseignants sont bivalents au niveau des matières telles que les mathématiques et les sciences physiques et chimiques, de ce fait, c'est le même enseignant qui inculquent les deux matières. Ainsi ils se répartissent de la manière suivante :



**Figure n°3 : Types d'établissement dans lesquels exercent les enseignants**

De ce graphique, il ressort que la majorité de la population étudiée, soit 62,5% enseigne en lycée professionnel et donc sont bivalents en mathématiques et sciences physiques et chimiques (Figure 3). De plus, le concept de démarche d'investigation est apparu dans le programme officiel du collège et du lycée professionnel antérieurement à son inscription dans le référentiel du lycée général et technologique. Ainsi l'étude des pratiques de la démarche d'investigation est plus significative en lycée professionnel et en collège.

La répartition des sujets en fonction des matières qu'il enseigne s'effectue selon le graphique ci-dessous :



**Figure n°4** : Répartition des matières enseignées par les enseignants

Parmi les participants à ce questionnaire, au nombre de 32, il existe une proportion importante d'enseignants de mathématiques et de sciences physiques et chimiques (Figure n°4). Il est important de relever le fait que certains de ces sujets sont bivalents et ainsi enseignent à la fois ces deux matières d'où l'obtention de la répartition présente sur ce graphique.

Lors d'une démarche d'investigation, les scientifiques procèdent à différentes étapes essentielles au bon déroulement de celle-ci qui sont :

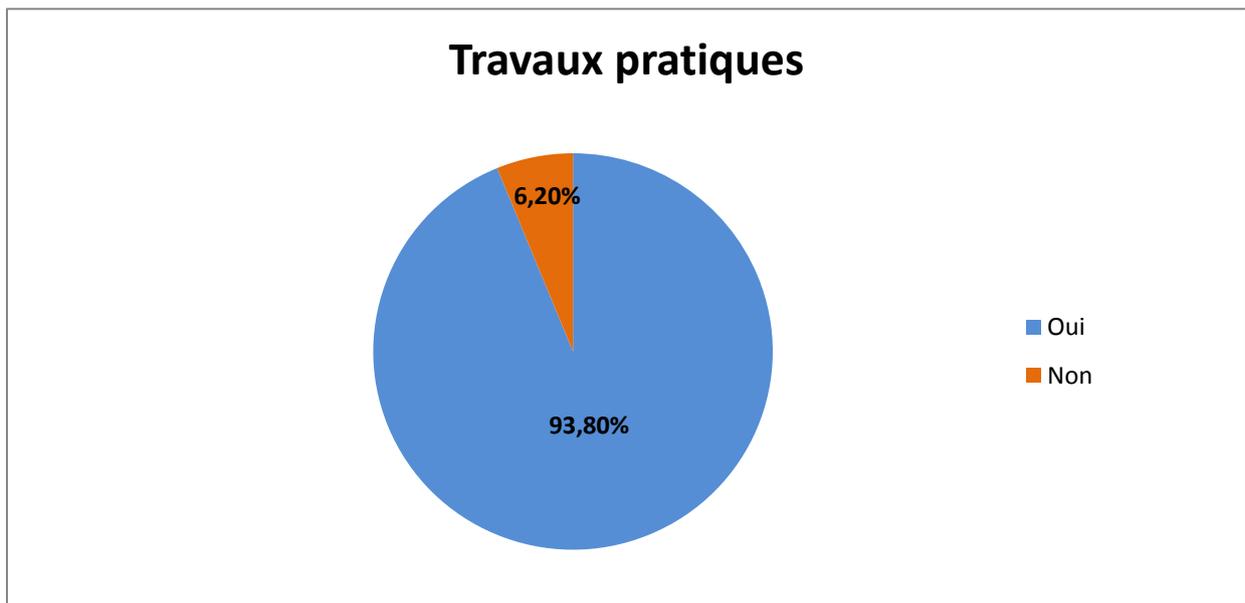
- L'observation d'un phénomène.
- L'émission d'hypothèses sur les causes de ce phénomène.
- La réalisation d'expériences.

- L'obtention de résultats.
- L'interprétation de ces résultats.
- La conclusion sur la validation ou l'invalidation de leurs hypothèses.
- Le partage de leurs résultats avec la communauté scientifique.

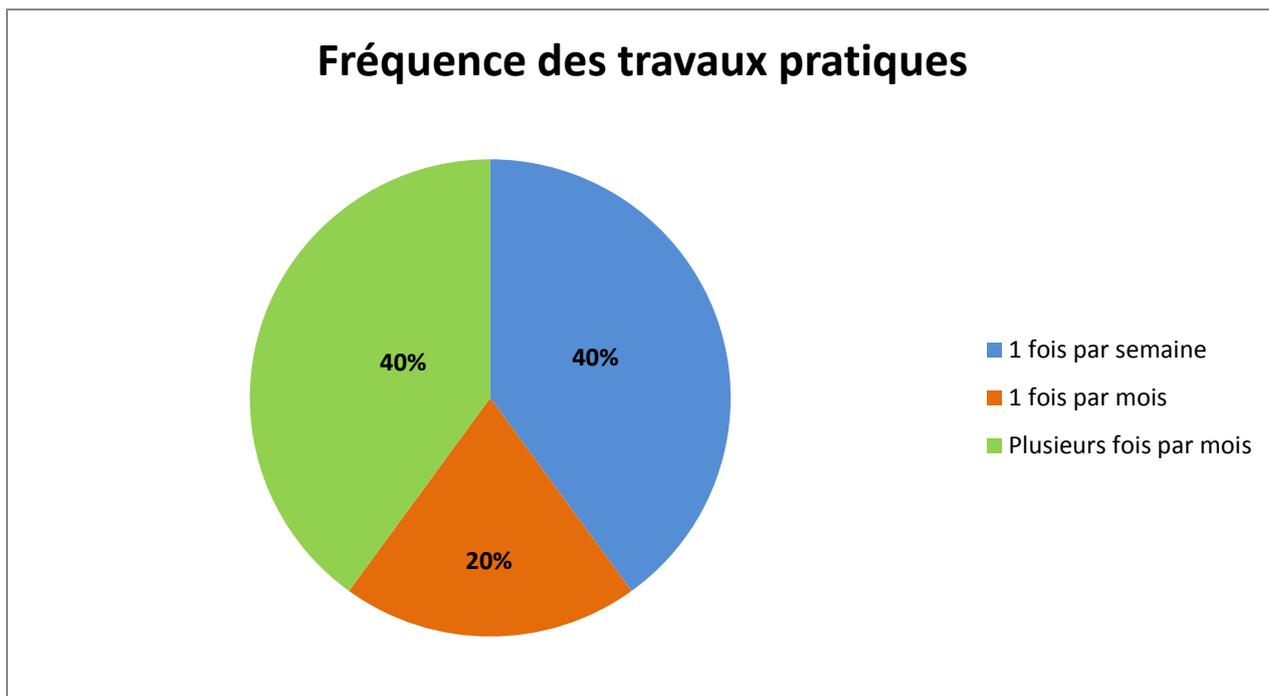
La réalisation d'une démarche d'investigation scientifique par les élèves implique différentes compétences analogues à celles de la démarche effectuée par les scientifiques eux-mêmes :

- L'appropriation du problème par analogie à l'observation.
- L'analyse et le raisonnement par analogie aux hypothèses.
- La réalisation d'expériences.
- L'obtention de résultats
- La validation ou l'invalidation de leurs hypothèses
- La communication de leurs résultats

La phase d'expérimentation passe par la réalisation de travaux pratiques en classe.

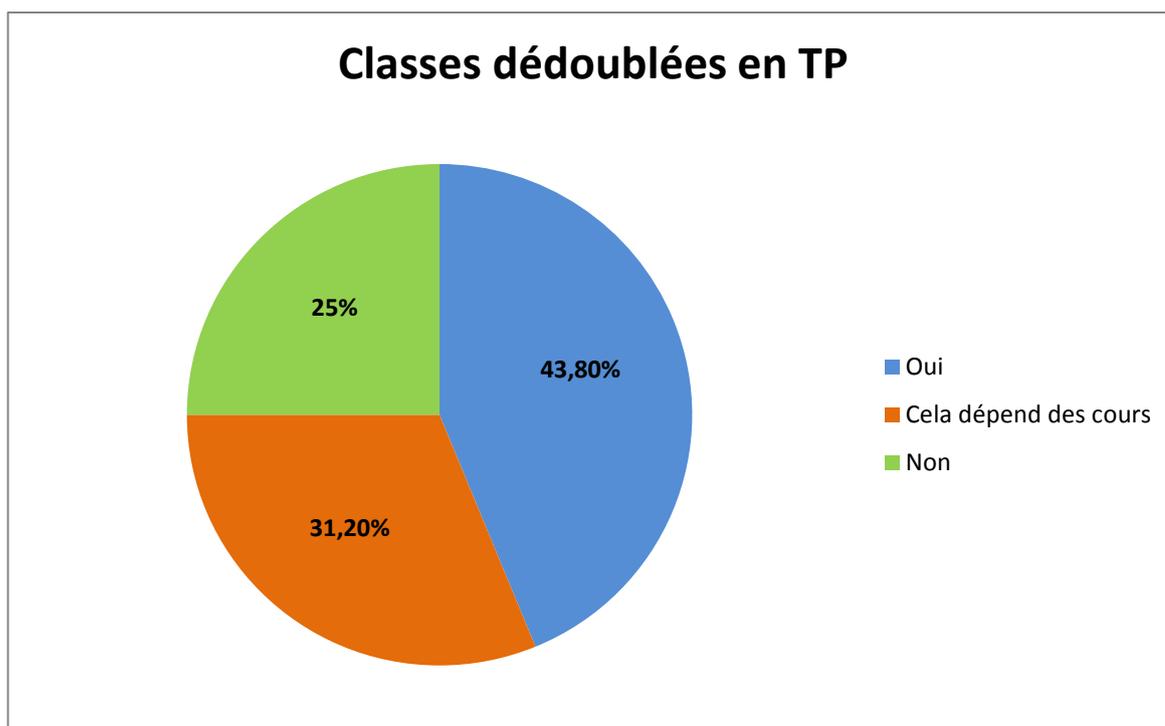


**Figure n°5** : Réalisation de travaux pratiques en classe.



**Figure n°6 :** *Fréquence de réalisation de travaux pratiques en classe.*

La réalisation d'expériences par les élèves passant par des travaux pratiques en classe est déterminante lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique. De ce fait, 93,80% des enseignants interrogés procèdent à la réalisation de travaux pratiques par leurs élèves en cours (Figure n°5). Cela démontre que cette étape est non négligeable et permet aux élèves de pouvoir réaliser leurs protocoles d'expérience. De plus, 80 % des sujets en effectuent plusieurs fois par mois voire une fois par semaine (Figure n°6). Ainsi l'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques passent énormément par la démarche d'investigation scientifique. En effet, depuis le changement des programmes officiels, la réalisation de travaux pratiques dans les matières scientifiques permet aux sujets d'enseigner de manière beaucoup plus concrète car à travers la démarche d'investigation, les élèves sont plus acteurs de leur enseignement et n'en sont plus simplement spectateurs.

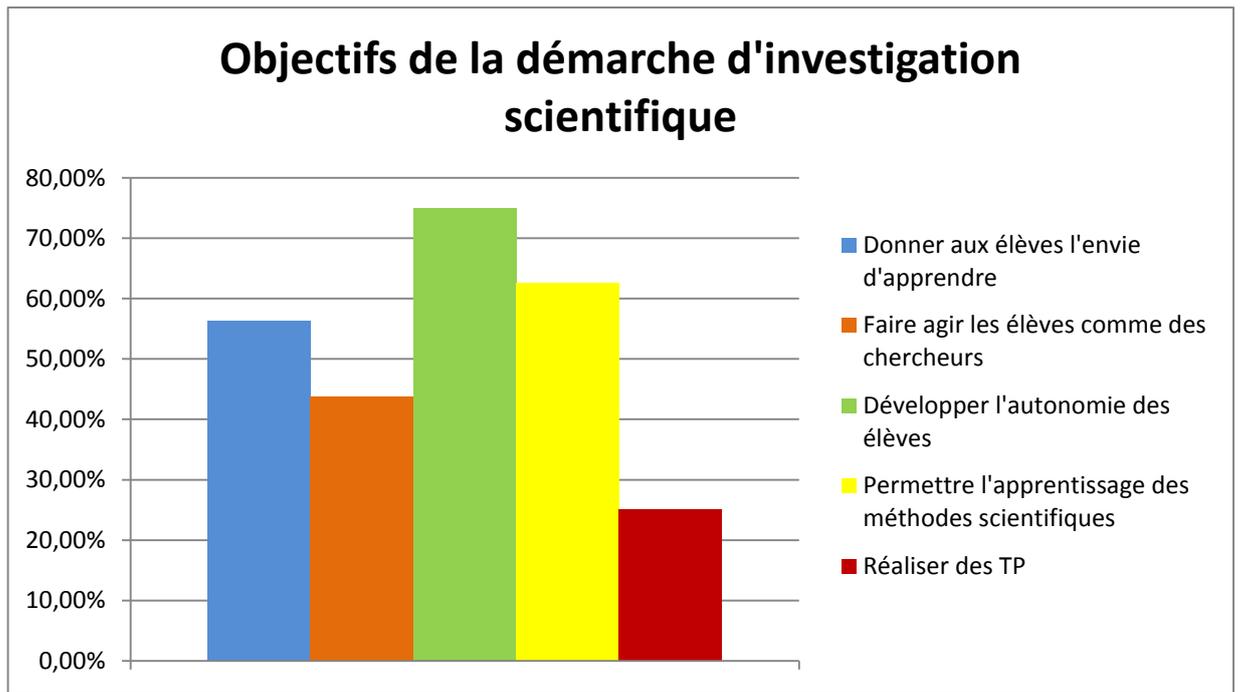


**Figure n°7 : Répartition des classes dédoublées ou non lors d'une démarche d'investigation scientifique**

La possibilité pour les enseignants d'avoir leurs classes dédoublées lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique permet d'individualiser leur enseignement et offre plus de confort dans la réalisation de celle-ci. En effet, 43,80% des sujets ont toujours cette opportunité et 31,20% l'ont parfois. Les 25% d'enseignants qui n'ont pas cette possibilité sont exposés à plus de contrainte lors de leurs séances (Figure n°7).

Lors du changement de programme officiel en 2009, le concept de la démarche d'investigation scientifique a été introduit avec des objectifs, qui selon les enseignants interrogés, sont pour les principaux (Figure n°8) :

- Permettre l'apprentissage des méthodes scientifiques
- Développer l'autonomie des élèves.
- Donner aux élèves l'envie d'apprendre.

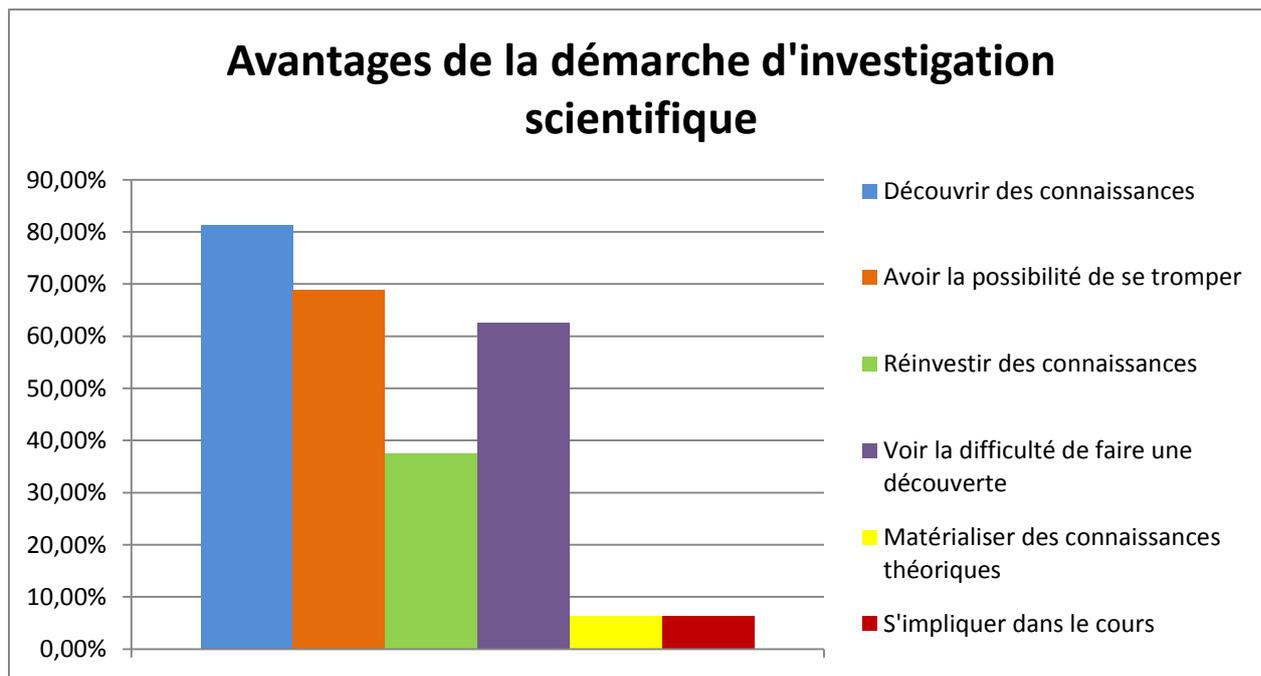


**Figure n°8** : Les objectifs de la démarche d'investigation scientifique

La réalisation d'une démarche d'investigation scientifique en classe permet aux élèves, selon les sujets interrogés de :

- Découvrir des connaissances.
- Avoir la possibilité de se tromper.
- Réinvestir des connaissances.
- Voir la difficulté de faire une découverte.
- Matérialiser des connaissances théoriques.
- S'impliquer dans le cours. (Figure n°9)

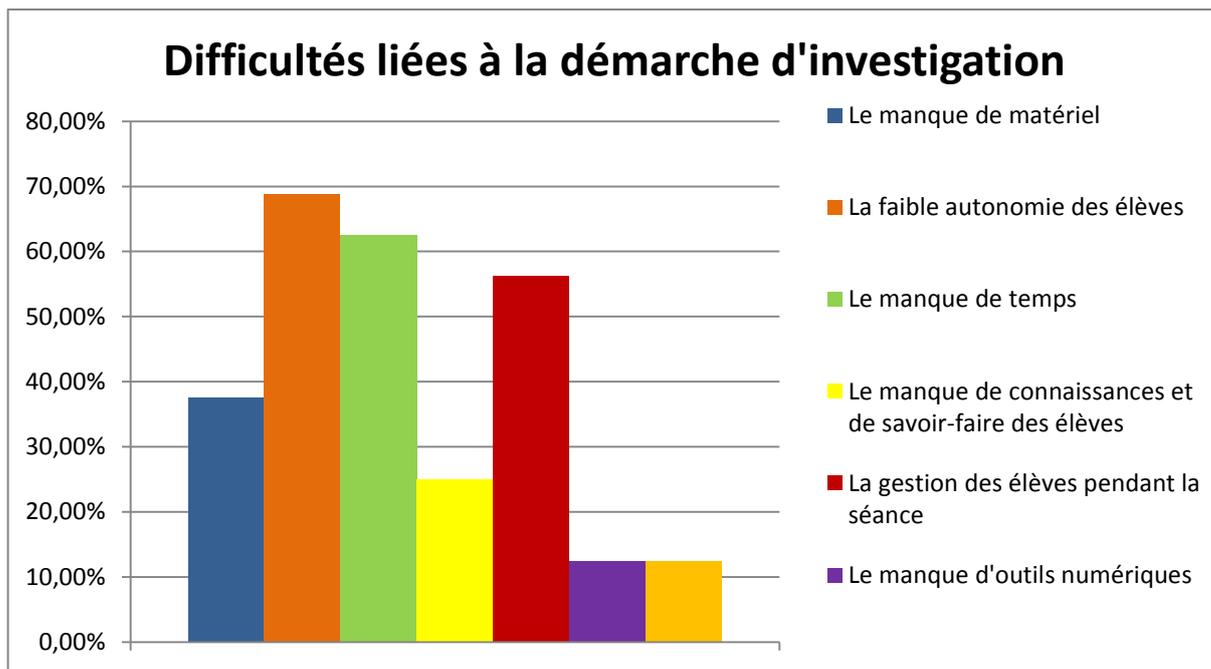
Ainsi cela responsabilise les élèves qui, en étant acteurs du cours, se sentent plus concernés par toutes les activités initiées par l'enseignant.



**Figure n°9 : Les avantages de la démarche d'investigation scientifique pour les élèves**

Malgré le fait que la démarche d'investigation scientifique présente de nombreux avantages à la fois pour les enseignants et pour les élèves, il n'en demeure pas moins que celle-ci génère quelques difficultés de mise en œuvre pour les enseignants qui doivent faire à différents types de contraintes inhérentes à leur établissement telles que (Figure n°10) :

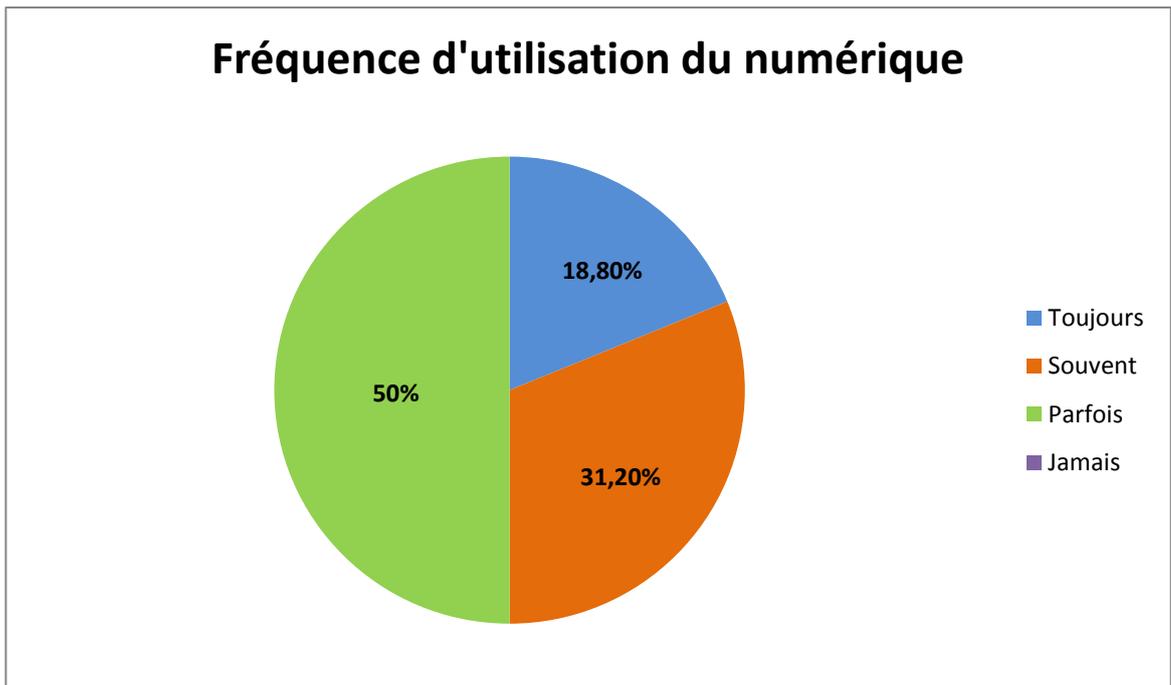
- Le manque de matériel.
- La faible autonomie des élèves.
- Le manque de temps.
- Le manque de connaissances et de savoir-faire des élèves.
- La gestion des élèves pendant la séance.
- Le manque d'outils numériques.
- Le manque de connaissances des enseignants sur cette démarche.



**Figure n°10 : Les difficultés inhérentes à la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique**

Selon ce graphique, les contraintes les plus plébiscitées par les sujets interrogés sont la faible autonomie des élèves (68,8%), le manque de temps (62,5%) et la gestion des élèves pendant la séance (56,3%). Ainsi les élèves reviennent assez souvent comme une cause des difficultés engendrées par les activités impliquant une démarche d'investigation (Figure n°10).

Parmi ces difficultés, le manque de matériel a été cité par 37,5% par le panel d'enseignants. Dans cette catégorie, les outils numériques occupent une place considérable et sont important dans la réalisation d'une démarche d'investigation scientifique. En effet, ils sont utilisés par 100% des sujets interrogés lors de leurs activités à plus ou moins grandes fréquences (Figure n°11).

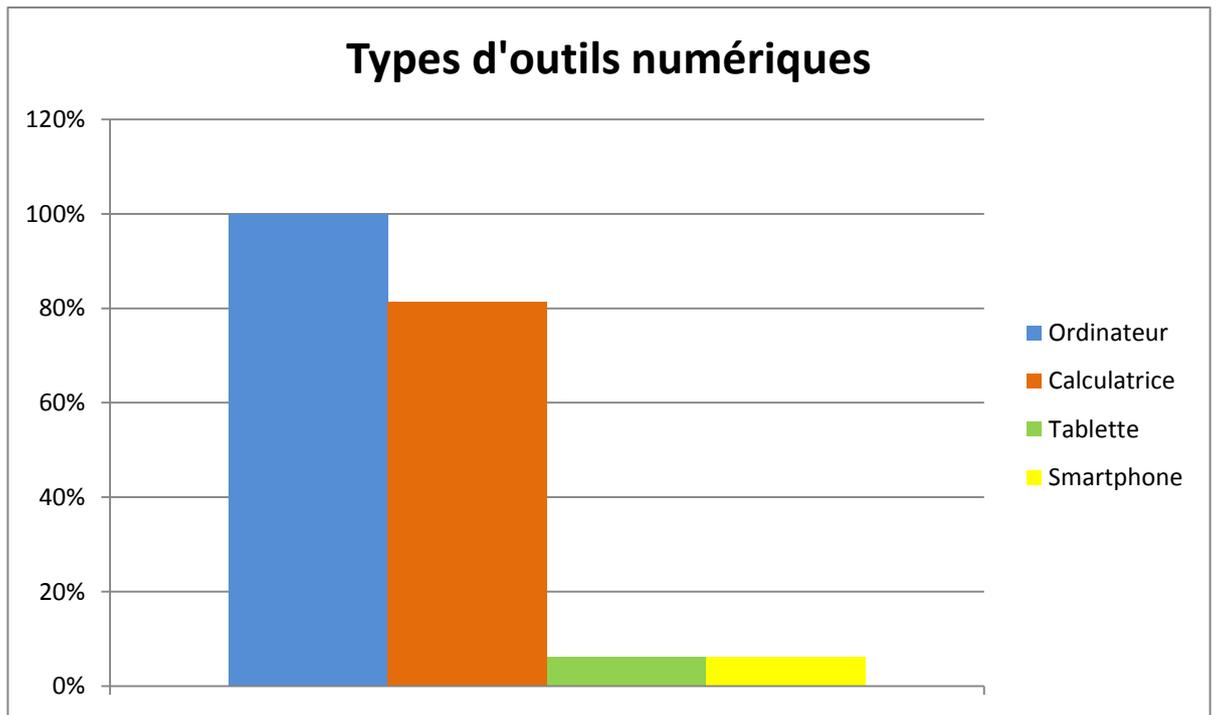


**Figure n°11** : Fréquence de l'utilisation du numérique lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique

Cette utilisation du numérique peut se faire via plusieurs types d'outils numériques, par exemple :

- Un ordinateur
- Une calculatrice
- Une tablette
- Un smartphone.

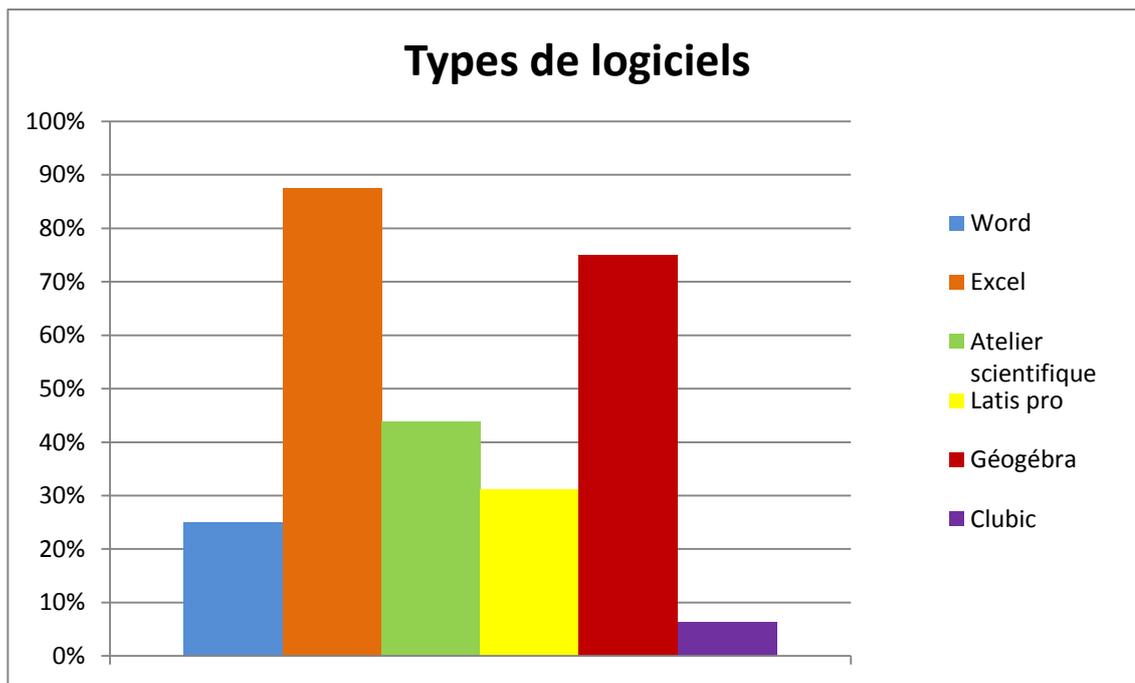
Ces différents outils permettent des utilisations diverses pour les élèves. Cependant certains sont privilégiés par les enseignants. En effet, les ordinateurs sont utilisés par 100% des sujets interrogés et les calculatrices regroupent 81,3% d'adeptes (Figure n°12). Ces deux outils permettent de manipuler un grand nombre de logiciels en particulier les ordinateurs qui sont aident beaucoup les élèves dans leurs démarches d'investigation.



**Figure n°12 : Types d'outils numériques utilisés lors d'une démarche d'investigation scientifique**

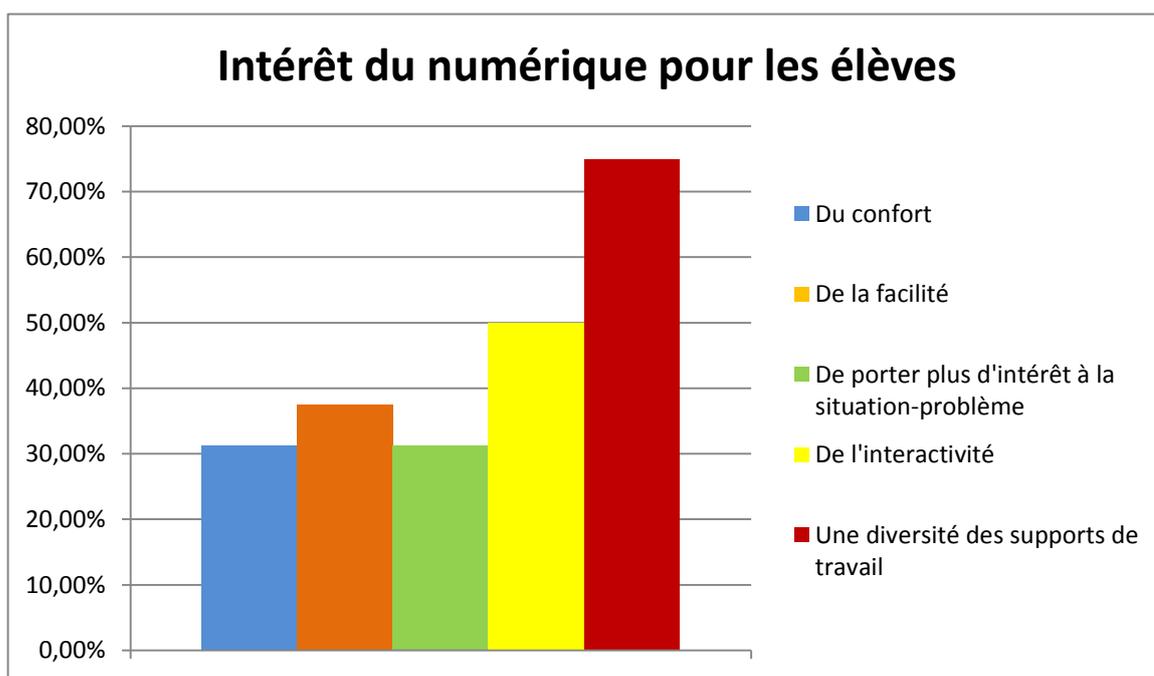
Ces logiciels permettent aux élèves de réaliser leurs expérimentations de manière virtuelle et moins chronophage. En fonction des matières enseignées, les sujets ont le choix entre :

- Des logiciels pluridisciplinaires tels qu'Excel ou Word.
- Des logiciels de modélisation mathématique tels que Géogébra par exemple.
- Des logiciels d'expérimentation en sciences physiques et chimiques comme Atelier scientifique ou Latis pro.
- Des logiciels de modélisation moléculaire en biochimie tels que Clubic ou Sculpteo.



**Figure n°13 : Les types de logiciels utilisés**

La grande proportion d'enseignants de mathématiques dans les sujets interrogés coïncide avec les 87,5% d'utilisateurs d'Excel et les 75% de Géogébra (Figure n°13).



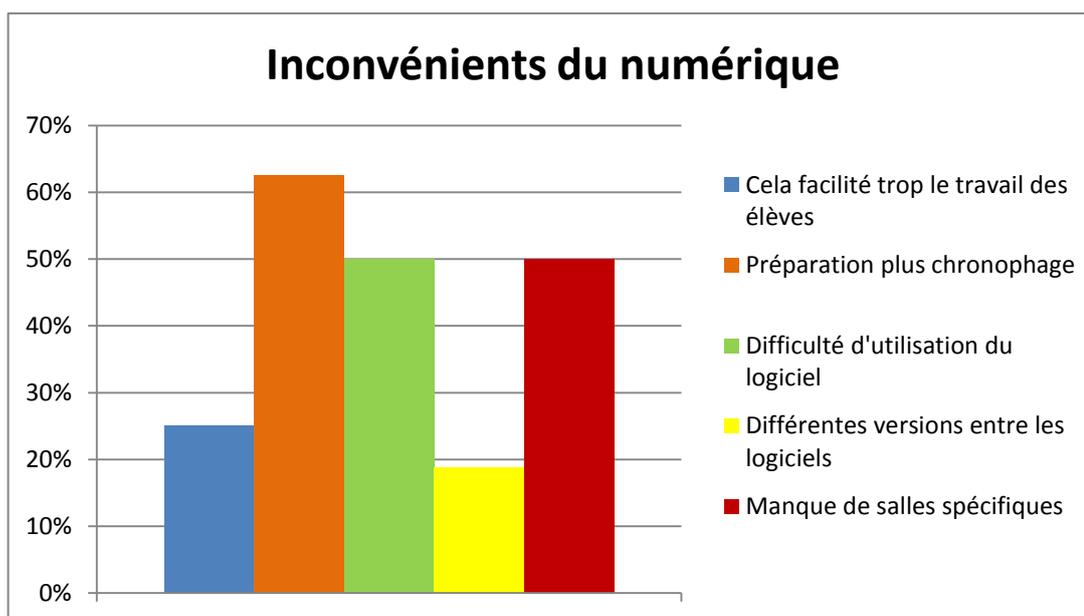
**Figure n°14 : L'intérêt des outils numériques pour les élèves**

L'utilisation des outils numériques lors d'une démarche d'investigation scientifique apporte aux élèves, selon les enseignants du panel (Figure n°14):

- Une diversité des supports de travail (75%).
- De l'interactivité (50%).
- De la facilité (37,5%).
- Du confort (31,3%).
- De porter plus d'intérêt à la situation-problème (31,3%)

De ce fait, pendant la réalisation d'une activité, le numérique apporte de nombreux avantages aux élèves. Cependant il existe également des inconvénients à cette utilisation pour les enseignants tels que :

- Une préparation plus chronophage.
- La difficulté d'utilisation des logiciels.
- Le manque de salles spécifiques.
- Cela facilite trop le travail des élèves
- Les différences de version entre les logiciels



**Figure n°15 : Les inconvénients du numérique.**

## 7.2. Deuxième phase d'expérimentation : élèves

### 7.2.1. Description de l'activité d'apprentissage

L'activité d'apprentissage choisie pour cette expérimentation est celle de « Quentin et le jus de chou rouge » décrite antérieurement pour laquelle la problématique à résoudre pour les élèves est : *Comment classer les produits acides et basiques ?*

Pour cette activité, le choix d'un indicateur coloré naturel était intéressant d'où le chou rouge. En effet, cela permet de faire le lien entre la vie quotidienne et l'enseignement scientifique, autrement dit de passer de « la cuisine à la chimie ». La construction de l'activité faisant référence à une situation proche du quotidien des élèves est avant tout destinée à éveiller leur curiosité afin qu'ils puissent s'interroger et adhérer au projet. Le problème est centré sur la cuisine avec les mots-clés suivants : « cuisinier, bases culinaires, vinaigre, bicarbonate de sodium alimentaire, jus de chou rouge », mais il fait également référence au développement durable et à la protection de l'environnement en insistant sur l'importance du tri : « entrepôt de produits chimiques, trier, conteneurs ».

Dans l'activité, les élèves disposent de trois indices :

- « Le jus de chou rouge change de couleur au contact du vinaigre ».
- « Le vinaigre provoque, au contact du bicarbonate de sodium, une vive effervescence ».
- « Il ne faut surtout pas mélanger les acides et les bases ».

Ainsi les propositions et actions attendues suite au premier indice sont les suivantes :

- Emettre l'hypothèse que le jus de chou rouge aura le même changement de couleur dans une solution acide que dans le vinaigre.

- De mélanger le jus de chou rouge avec le vinaigre.
- D'observer et de noter le changement de couleur.

Concernant les deux autres indices, les élèves ne connaissent pas la nature du bicarbonate de sodium alimentaire. Ainsi les propositions et actions suivantes sont attendues :

- Supposer que le bicarbonate de sodium est basique
- Emettre l'hypothèse que les jus de chou rouge aura le même changement de couleur dans une solution basique que dans le bicarbonate de sodium.
- Mélanger le jus de chou rouge avec le bicarbonate de sodium
- Observer et noter le changement de couleur

Cette situation-problème permet d'enclencher une démarche d'investigation scientifique réalisée par les élèves qui se décomposent en plusieurs étapes :

- 1) Les élèves doivent d'approprier la situation de l'activité et en cibler les idées importantes qui leur permettront d'émettre des hypothèses et d'élaborer un protocole expérimental.
- 2) Les élèves doivent analyser la problématique introduite dans la situation-problème et identifier les différents obstacles pour arriver au résultat.
- 3) Le travail s'effectue en binôme, ainsi ils partagent un moment d'échange de connaissances au sein du groupe, afin de déboucher sur la formulation d'hypothèses.
- 4) Chaque binôme élabore un protocole expérimental en construisant un plan d'expérience et en dessinant un dispositif.

- 5) Un débat s'enclenche au sein de la classe permettant une confrontation des points de vue afin de choisir le protocole le mieux approprié et d'écartier ceux qui pourraient poser problème.
- 6) Les élèves passent à la phase de l'expérimentation où il réalise le protocole qui a été identifié comme le mieux approprié par la classe avec accord de l'enseignant.
- 7) Afin de vérifier leur résultat, les élèves doivent réaliser un titrage pH-métrique et exploiter la courbe relative à celui-ci. Ainsi le groupe témoin la réalisera sur un support papier tandis que le groupe test y accédera via l'Exao (Expérience assistée par ordinateur).
- 8) A l'aide du papier-pH, ils vérifient que les produits étudiés ont été classés correctement. Puis une confrontation de point démarre autour de la question sur la composition du papier-pH.
- 9) Enfin les élèves formulent une synthèse de l'activité avec l'aide de l'enseignant, où les nouveaux savoirs devront être identifiés afin de pouvoir les décontextualisés.

### **7.2.2. Expérimentation : groupe témoin**

La séance a eu le lundi 5 mars de 15h à 17h avec le groupe des TISEC composé de dix élèves (100% de garçons). Les élèves ayant été informés du déroulement de la séance au préalable, se sont dirigés vers les portes manteaux pour mettre les blouses dès leur entrée en salle de TP. Une fois installés, une première feuille comportant l'intitulé de l'activité, l'énoncé et la problématique leur a été distribuée (voir Annexe). Après lecture de l'énoncé à haute voix par un élève et reformulation de l'énoncé par l'enseignant, chaque binôme a travaillé sur la

formulation d'hypothèse et l'élaboration d'un protocole expérimental. Suite à l'observation des réponses des différents binômes, deux hypothèses en ressortent :

- « Le jus de chou rouge change de couleur au contact d'un produit acide et le vinaigre, au contact d'un produit basique, produit une réaction chimique. »
- « Le jus de chou rouge change de couleur au contact d'un acide et il ne change pas de couleur au contact d'une base. »

Un partage des hypothèses et des protocoles expérimentaux s'enclenche entre les élèves qui argumentent leurs propos. Cela donne lieu à un débat collectif afin de déterminer le protocole le mieux approprié (voir Annexe). Puis les différents binômes sont passés à la phase d'expérimentation en suivant le protocole choisi. Ainsi ils ont réalisé le mélange du jus de chou rouge avec du vinaigre et ont constaté que celui-ci devenait rose (voir Annexe). Ensuite le mélange du jus de chou rouge avec le bicarbonate de sodium a été réalisé et le jus de chou rouge est devenu vert à la grande surprise des élèves. Ils en ont alors supposé qu'une de leurs hypothèses allait être invalidée. Afin de vérifier leurs résultats, une courbe de titrage pH-métrique doit être réalisée. Disposant de papier millimétré, les élèves relèvent les différentes valeurs du pH du mélange millilitre par millilitre pour tracer leur courbe avec une grande précision. A la suite, ils vérifient également leurs résultats à l'aide du papier-pH qui est un mélange d'indicateurs colorés, leur permettant de classer les différentes substances chimiques. Puis les élèves formulent une synthèse du cours en s'appuyant sur leurs différentes observations suite à l'expérience réalisée et en déduisent que le jus de chou rouge est un indicateur coloré qui change de couleur en fonction de la nature de la solution avec laquelle il est en contact (voir Annexe).

### **7.2.3. Expérimentation : groupe test**

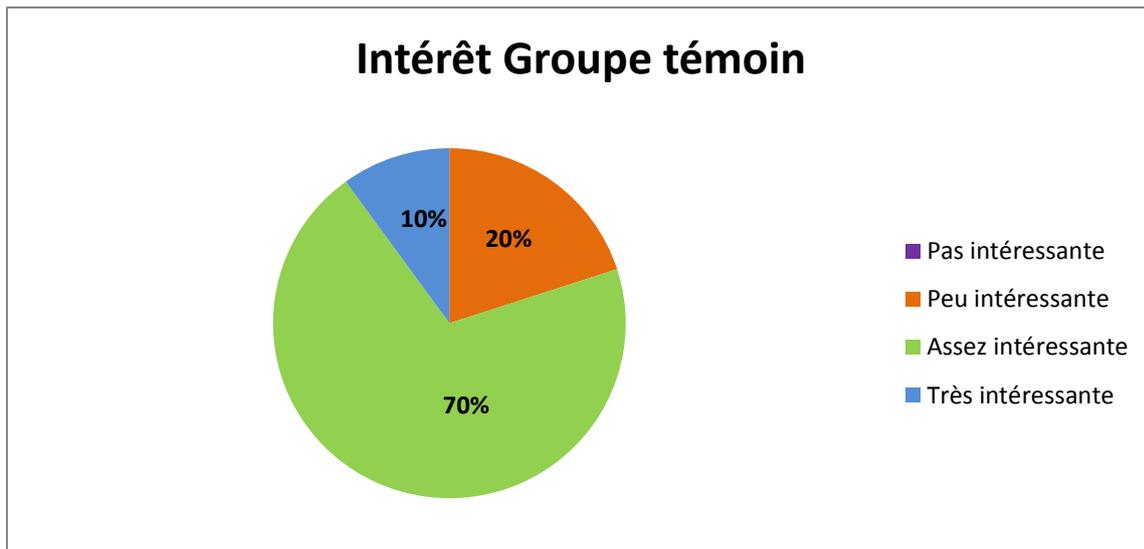
La séance a eu le vendredi 9 mars de 8h à 10h avec le groupe des AFB composé de dix élèves (80% de garçons). Le déroulement de la séance a été similaire à celle avec le groupe témoin. Cependant d'autres hypothèses ont été émises par ce groupe sur la situation-problème :

- « Le jus de chou rouge change de couleur au contact d'un produit acide mais aussi d'un produit basique ».
- « Le jus de chou rouge est comme le papier-pH, il s'adapte aux différentes solutions ».

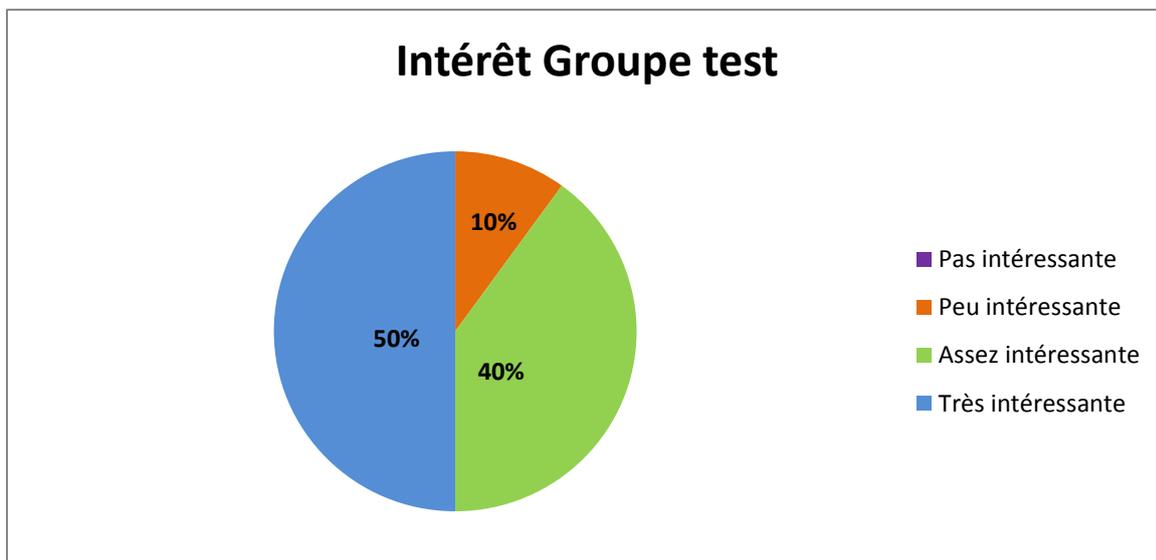
L'autre différence majeure avec l'autre groupe est que ces binômes ont réalisé leur titrage pH-métrique via l'Exao (Expérience assistée par ordinateur). Ainsi pendant la réalisation de ce titrage, une sonde dont le boîtier est relié à l'ordinateur est plongée dans le bécher contenant la solution titrée, ce qui permet une acquisition d'une courbe pH-métrique via le logiciel Atelier scientifique. L'exploitation de cette courbe, dont la précision est maximale, peut se faire également par le logiciel Excel. Les élèves ont ainsi remis le travail sous format numérique. Puis après vérification de leurs résultats à l'aide du papier-pH, la phase d'institutionnalisation a pu être enclenchée.

### **7.2.4. Comparaison entre les expérimentations des deux groupes**

Suite à cette activité d'apprentissage provoquant la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique par les élèves, un questionnaire portant sur la séance d'enseignement a été distribué chacun des deux groupes afin de pouvoir comparer l'intérêt pour la situation-problème, la motivation et la difficulté engendrée pour chaque groupe.

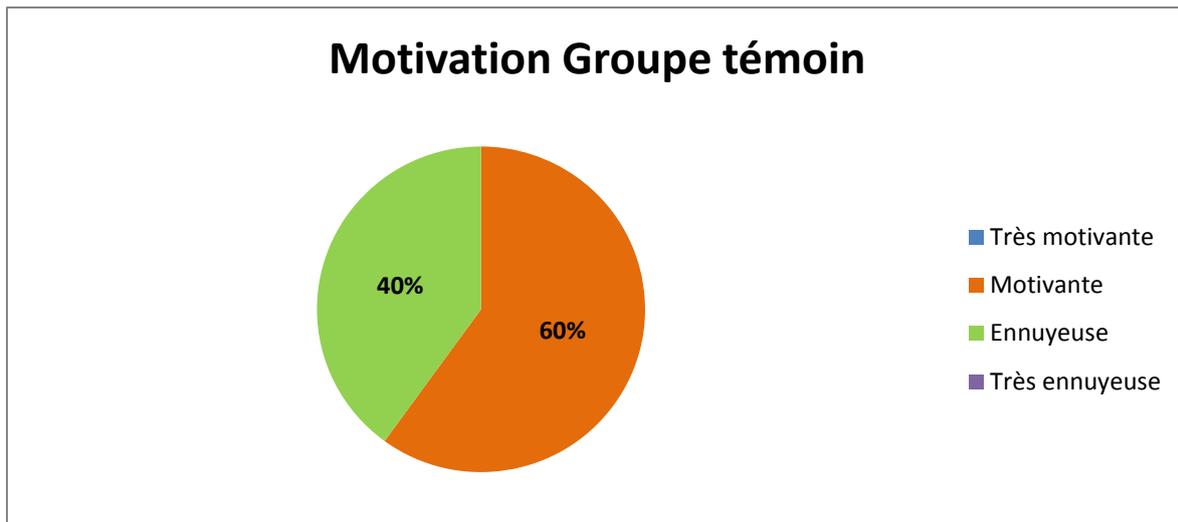


**Figure n°16** : Degré d'intérêt des élèves du groupe témoin pour la séance

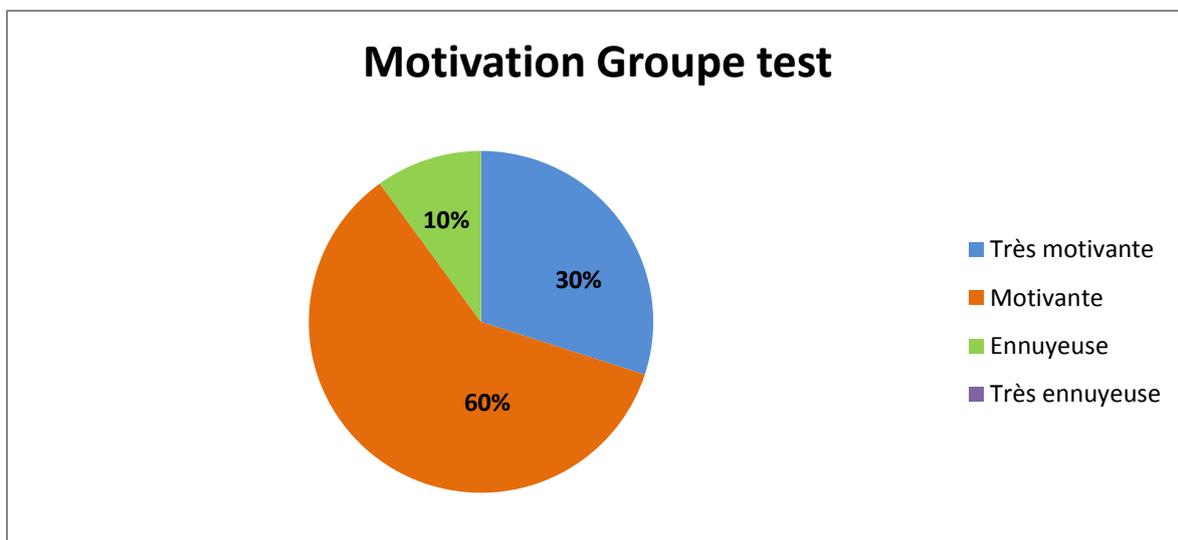


**Figure n°17** : Degré d'intérêt des élèves du groupe test pour la séance

De ce fait, 50% des élèves du groupe test ont trouvé la séance très intéressante (Figure n°17) contre 10% du groupe témoin (Figure n°16). Les groupes étant assez homogènes entre eux, bien qu'au sein des groupes, les élèves soient hétérogènes en termes de niveau, alors les résultats sont relativement significatifs et appuient le fait que l'utilisation d'outils numériques augmente le degré d'intérêt des élèves pour la séance.

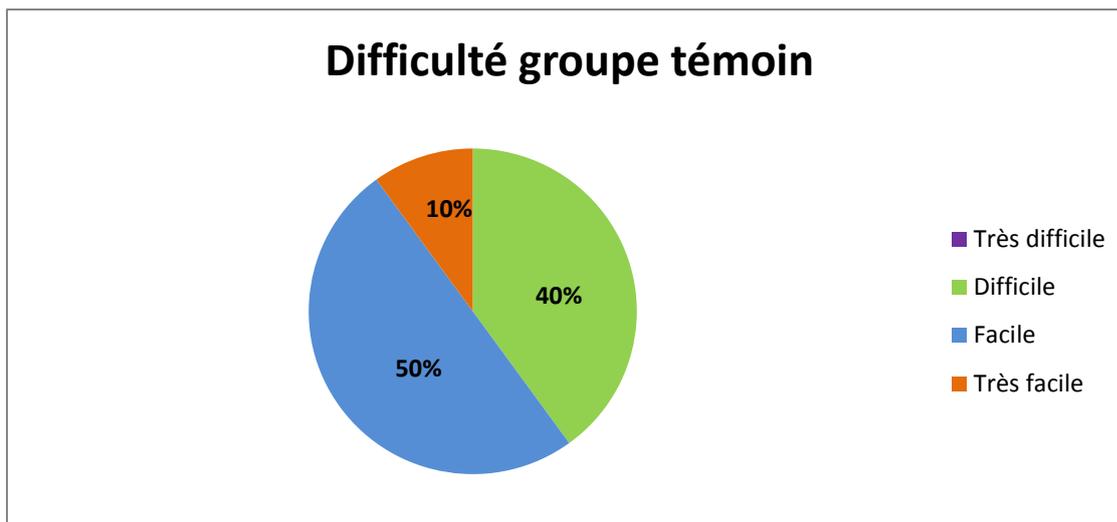


**Figure n°18 :** Degré de motivation des élèves du groupe témoin pour la séance

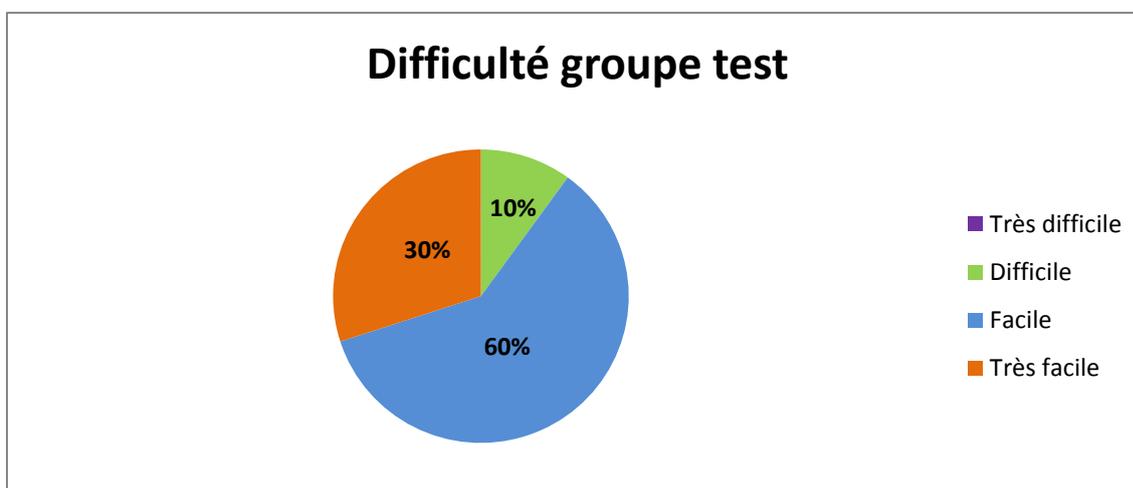


**Figure n°19 :** Degré de motivation des élèves du groupe test pour la séance

La comparaison du degré de motivation entre les deux groupes montre que 10% du groupe test ont trouvé la séance ennuyeuse (Figure n°19) contre 40% du groupe témoin (Figure n°18). Cela implique que le fait d'avoir pu utiliser des logiciels d'acquisition de données sur ordinateur peut être un facteur non négligeable à la motivation des élèves. Le fait qu'également 30% du groupe test ait trouvé la séance très motivante (Figure n°19) contre 0% du groupe témoin (Figure n°18) concoure à appuyer cette observation.



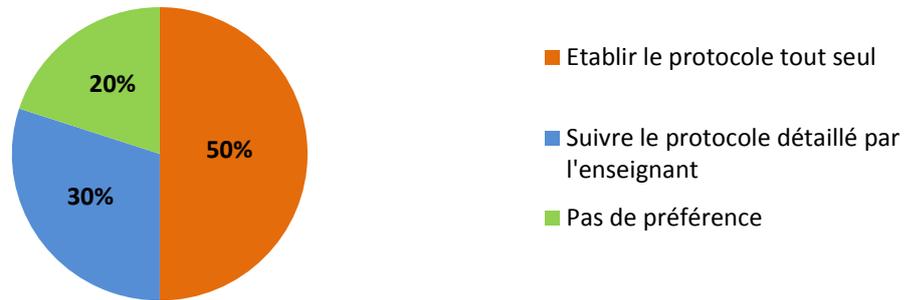
**Figure n°20** : Niveau de difficulté de la séance des élèves du groupe témoin



**Figure n°21** : Niveau de difficulté de la séance des élèves du groupe test

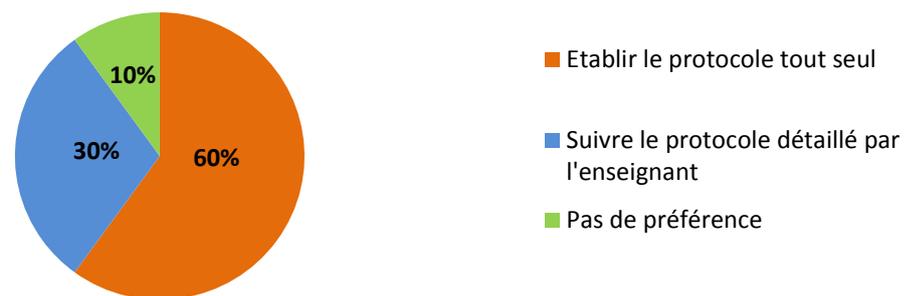
Concernant le niveau de difficulté de la séance, 40% élèves du groupe témoin ont trouvé la séance difficile contre 10% du groupe test. Cela est sûrement dû à la réalisation de la courbe de titrage pH-métrique sur papier millimétré où la patience et la rigueur des élèves du groupe témoin ont été mises en jeu, ce qui a engendré quelques difficultés pour le tracer de celle-ci. Alors que les élèves du groupe test ont pu avoir l'aide du logiciel d'acquisition de données Atelier scientifique qui leur a permis d'avoir un tracé de la courbe automatisé sur l'ordinateur, ce qui leur procuré un confort supplémentaire et plus de facilité lors de la séance.

### Démarche expérimentale groupe témoin



**Figure n°22 :** Préférence des élèves du groupe témoin pour la démarche expérimentale

### Démarche expérimentale groupe test



**Figure n°23 :** Préférence des élèves du groupe test pour la démarche expérimentale

Le niveau d'implication des élèves lors d'une démarche d'investigation scientifique passe également par leur compétence visant à établir un protocole expérimental. De ce questionnaire, ressort le fait que 60% des élèves du groupe test préfèrent établir leur protocole expérimental tout seul (Figure n°23) contre 50% du groupe témoin (Figure n°22). Ainsi cela montre que pour les deux groupes, les élèves sont environ au même niveau de compétences donc que les différences observées lors de cette séance proviennent d'un autre aspect que les savoirs et savoir-faire des élèves.

**PARTIE 3**  
**CONCLUSION**

## **8. Discussion**

### **8.1. Limites liées aux caractéristiques de l'échantillon d'enseignants interrogés.**

Enseignant dans l'académie de Lyon, l'échantillon d'enseignants interrogés est exclusivement issu de cette académie. Ainsi pour les enseignants d'une même matière, le fait d'avoir les mêmes inspecteurs académiques peut influencer sur les pratiques de chacun. Mais également le fait qu'il y ait une forte proportion d'enseignants de mathématiques et de sciences physiques et chimiques en lycée professionnel donc mettant souvent en œuvre des démarches d'investigation scientifique avec les élèves, influe aussi sur les réponses reçues. Ainsi il faudrait étudier un échantillon d'enseignants mêlant des sujets de plusieurs académies françaises et présents dans différents types d'établissements du secondaire.

### **8.2. Limites liées au nombre d'élèves observés**

Etant enseignant de mathématiques et sciences physiques et chimiques stagiaire cette année scolaire, je n'avais que deux classes à disposition pour mon étude. De ce fait, afin de pouvoir valider les observations et les interprétations, un échantillon d'élèves beaucoup plus grand et alors avoir des résultats plus significatifs et une marge d'erreur moins élevée. Ainsi les conclusions effectuées suite à l'analyse des questionnaires des élèves ne peuvent être généralisées.

### **8.3. Limites liées à la durée de l'étude.**

L'étude des difficultés qu'ont les enseignants avec la démarche d'investigation scientifiques a été réalisée en un temps trop faible. Une étude plus étalée dans le temps permettrait d'avoir une meilleure comparaison des perceptions et des pratiques des enseignants.

De même en ce qui concerne l'expérimentation sur les élèves, où une plus grande durée permettrait d'avoir une analyse a posteriori plus éloignée dans le temps et également de pouvoir répéter l'expérience un plus grand nombre de fois sur des classes différentes.

### **8.4. Limites liées à l'étude d'une seule activité d'apprentissage**

L'expérimentation de la démarche d'investigation scientifique à travers une seule activité portant sur un thème précis peut entraîner plusieurs biais au niveau de l'intérêt des élèves pour cette situation-problème et aussi influencer sur leur motivation pour celle-ci en fonction de leurs centres d'intérêt individuels. Le fait de pouvoir réaliser cette étude via plusieurs activités portant sur des thèmes variés permettrait de confirmer ou d'infirmer les interprétations inhérentes à l'expérimentation.

## **9. Projection dans le métier en lien avec les résultats de ma recherche**

A travers la réalisation de ce mémoire de recherche, j'ai pu enrichir et approfondir mes connaissances sur le concept de démarche d'investigation scientifique, sa mise en œuvre en classe et l'apport du numérique lors de sa réalisation. En effet, cette recherche m'a permis de m'entretenir avec de nombreux collègues et d'obtenir des

conseils sur ma pratique professionnelle. En effet, dans les matières que j'enseigne, soit les mathématiques et les sciences physiques et chimiques, la démarche d'investigation scientifique est au centre de ma pratique ainsi que l'utilisation des outils numériques. Cet étude me permet ainsi de mieux appréhender mes futures années où avec mes changements de classes, j'aurai plus de recul vis-à-vis de mes propres pratiques mais également de celles des élèves qui seront acteurs de leurs apprentissages.

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Cariou, J.-Y., Tentative de détermination de l'authenticité des démarches d'investigation, In Actes des journées scientifiques DIES (2010)
- Darley, B., Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie en DEUG 2ème année, Didaskalia, n°9, 9-31 (1996)
- Favre, L., & Rancoule, Y., Peut-on décontextualiser la démarche scientifique ?, Aster, n°16, 16-29 (1993)
- Gil-Perez, D., Apprendre les sciences par une démarche de recherche scientifique, Aster, n°17, 17-41 (1993)
- Marlot, C., & Morge, L., Des normes professionnelles à caractère doxique aux difficultés de mise en œuvre de séquences d'investigation en classe de sciences : comprendre les déterminations de l'action, Recherches en Education, n°21, 123-137 (2015)
- Programme des lycées professionnels, Mathématiques Sciences Physiques et Chimiques. Ministère de l'Education Nationale. Bulletin officiel spécial n° 2 du 19 février 2009
- Programme des collèges, Physiques-chimie. Ministère de l'Education Nationale. Bulletin hors-série n°5 du 25 août 2005
- Dictionnaire Larousse

### **REFERENCES WEBOGRAPHIQUES**

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tablette\\_tactile](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tablette_tactile)

## **GLOSSAIRE**

- **TICE** : Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement qui regroupent les différents outils et produits numériques pouvant être utilisés dans le cadre de l'éducation et de l'enseignement.
- **TP** : Travaux pratiques correspondant aux activités expérimentales réalisées en classe

# **ANNEXES**

## SOMMAIRE

**Annexe 1 :** Thème étudié dans le Bulletin officiel de sciences physiques et chimiques de 2009

**Annexe 2 :** Coloration du jus de chou rouge en fonction de la nature de la solution en contact

**Annexe 3 :** Photo d'élèves en pleine démarche d'investigation scientifique

**Annexe 4 :** Copie d'un binôme du groupe témoin

**Annexe 5 :** Copie d'un binôme du groupe test

**Annexe 6 :** Questionnaire élèves

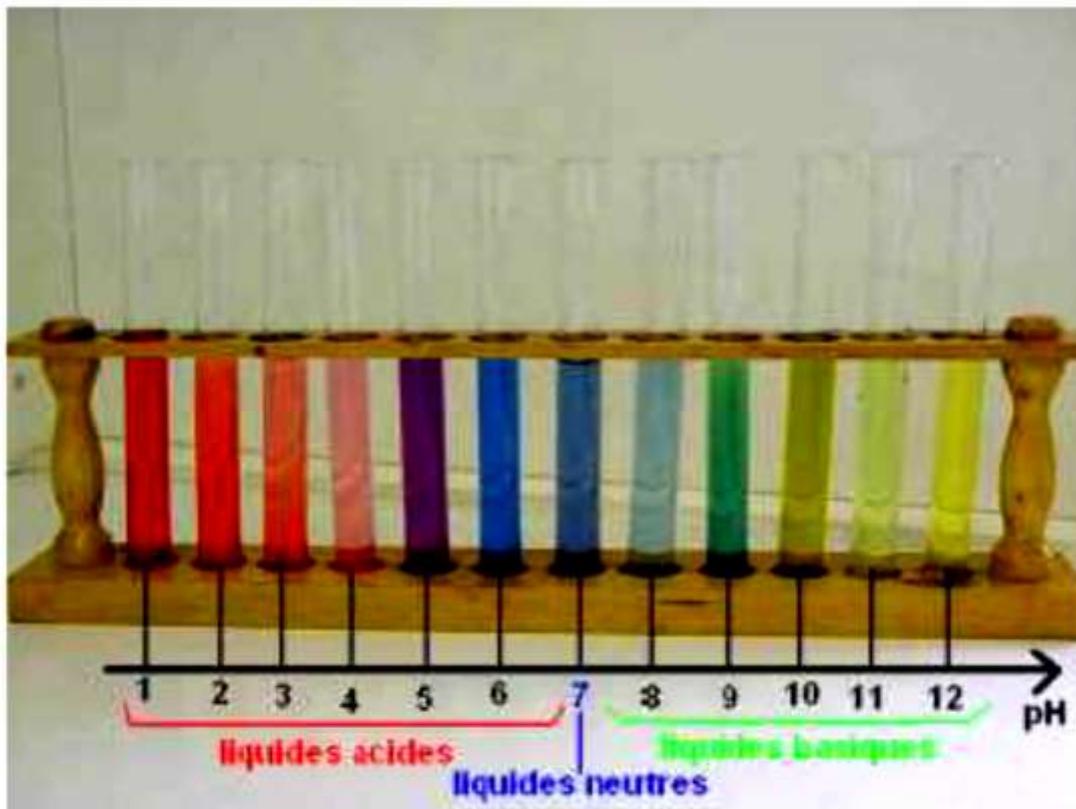
**Annexe 7 :** Questionnaire enseignants

**Annexe 1 : Thème étudié dans le Bulletin officiel de sciences physiques et chimiques de 2009**



HS 2	LES LIQUIDES D'USAGE COURANT : QUE CONTIENNENT-ILS ET QUELS RISQUES PEUVENT-ILS PRÉSENTER ?	2 <sup>nd</sup> professionnelle
<b>1. Quelles précautions faut-il prendre quand on utilise des liquides d'usage courant ?</b>		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Lire et exploiter les informations données sur l'étiquette d'un produit chimique de laboratoire ou d'usage domestique (pictogrammes, composition ...).</p> <p>Identifier les règles et dispositifs de sécurité adéquats à mettre en œuvre.</p>	<p>Savoir que les pictogrammes et la lecture de l'étiquette d'un produit chimique renseignent sur les risques encourus et sur les moyens de s'en prévenir, sous forme de phrases de risque et de phrases de sécurité.</p>	<p>Lecture et interprétation d'étiquettes de produits chimiques ou d'usage courant</p> <p>Prévention des risques liés à l'association de produits chimiques.</p>
<b>2. Comment établir la composition d'un liquide d'usage courant ?</b>		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Réaliser une manipulation ou une expérience après avoir recensé les risques encourus et les moyens à mettre en œuvre.</p> <p>Identifier expérimentalement des ions en solution aqueuse.</p> <p>Mettre en évidence la présence d'eau et de dioxyde de carbone en solution.</p> <p>Réaliser une dilution et préparer une solution de concentration donnée.</p> <p>Reconnaître expérimentalement le caractère acide ou basique ou neutre d'une solution.</p> <p>Réaliser un dosage acide – base.</p> <p>Réaliser une chromatographie sur couche mince.</p> <p>Partant de la constitution d'un liquide et en utilisant la classification périodique des éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-représenter un atome, un ion, une molécule par le modèle de Lewis ;</li> <li>-prévoir la composition d'une molécule ou d'un ion ;</li> <li>-écrire les formules brutes de quelques ions et les nommer.</li> </ul> <p>Ecrire l'équation d'une réaction chimique.</p> <p>Calculer une masse molaire moléculaire.</p> <p>Déterminer la concentration molaire ou massique d'une espèce chimique présente dans une solution en utilisant les relations <math>n = \frac{m}{M}</math>, <math>c = \frac{m}{V}</math>, <math>c = \frac{n}{V}</math></p>	<p>Reconnaître et nommer le matériel et la verrerie de laboratoire employés lors des manipulations.</p> <p>Connaître la composition de l'atome et savoir qu'il est électriquement neutre.</p> <p>Savoir que la classification périodique des éléments renseigne sur la structure de l'atome.</p> <p>Connaître la règle de l'octet.</p> <p>Savoir qu'un ion est chargé positivement ou négativement.</p> <p>Savoir qu'une molécule est un assemblage d'atomes réunis par des liaisons covalentes et qu'elle est électriquement neutre.</p> <p>Savoir qu'une solution peut contenir des molécules, des ions.</p> <p>Connaître la formule brute de l'eau et du dioxyde de carbone.</p> <p>Savoir que l'acidité d'une solution aqueuse est caractérisée par la concentration en ions H<sup>+</sup>.</p> <p>Savoir qu'une solution acide a un pH inférieur à 7 et qu'une solution basique a un pH supérieur à 7.</p> <p>Savoir qu'au cours d'une réaction chimique les éléments, la quantité de matière et les charges se conservent.</p>	<p>Identification expérimentale de quelques espèces chimiques présentes dans des liquides d'usage courant, dans une eau minérale, un vinaigre, un soda, un jus de fruit... :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identification par précipitation des ions contenus dans une eau minérale,</li> <li>- identification des glucides contenus dans une boisson (chromatographie sur couche mince...).</li> </ul> <p>Préparation de solutions aqueuses de concentration donnée à partir d'un solide ou par dilution.</p> <p>Réalisation de dosages :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-permettant de déterminer la dureté d'une eau ou sa concentration en ions hydrogencarbonates ou en ions chlorures ;</li> <li>-acido-basiques (par colorimétrie, par pH-métrie ou par conductimétrie).</li> </ul> <p>Purification ou traitement d'une solution impropre à la consommation.</p> <p>Extraction d'arômes, de colorants (hydro distillation, extraction par solvant, décantation ...).</p>

**Annexe 2 : Coloration du jus de chou rouge en fonction de la nature de la solution en contact en contact**



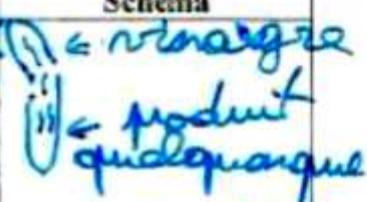
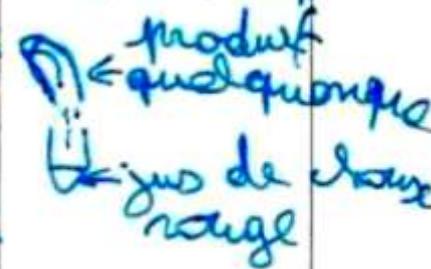
**Annexe 3 : Photo des élèves en pleine activité**



Annexe 4 : Copie d'un binôme du groupe témoin

Hypothèses :

Le jus de chou rouge change de couleur au contact de produit acide.  
 Le vinaigre au contact d'un produit basique produit une réaction chimique

Matériel	Protocole	Schéma
jus de chou rouge vinaigre	Pour savoir si le produit est acide, on le verse dans le jus de rouge.	
	Pour savoir si le produit est basique, on verse le vinaigre et si l'on obtient une réaction chimique, le produit est basique.	

Annexe 5 : Copie d'un binôme du groupe test

Hypothèses :

Le jus de chou rouge change de couleur au contact d'un acide et il ne change pas de couleur au contact d'une base.

Matériel	Protocole	Schéma
<p>tube à essai vineigre jus de chou rouge pipette bicarbonate de sodium alimentaire entonnoir bêcher</p>	<p>Dans un tube à essai, il faut mélanger le jus de chou rouge avec du vineigre ...</p>	
	<p>Dans un autre tube à essai, il faut mélanger le jus de chou rouge et du bicarbonate de sodium alimentaire ....</p> <p>On va mélanger chaque produit avec le jus de chou rouge....</p>	

## Annexe 6 : Questionnaire élèves

1) Quelle intérêt avez-vous trouvez à cette séance ?

- Très intéressante
- Assez intéressante
- Peu intéressante
- Pas intéressante

2) Selon vous, cette séance était :

- Très motivante
- Motivante
- Ennuyeuse
- Très ennuyeuse

3) Quel niveau de difficulté attribuez-vous à cette séance ?

- Très facile
- Facile
- Difficile
- Très difficile

4) Quelles sont vos préférences lors de l'établissement du protocole expérimental ?

- Etablir le protocole tout seul
- Suivre le protocole détaillé par l'enseignant
- Pas de préférence

## Annexe 7 : Questionnaire enseignants

1) Quel âge avez-vous ?

- 20-30 ans
- 30-40 ans
- 40-50 ans
- Plus de 50 ans

2) Depuis combien de temps enseignez-vous ?

- 0 à 10 ans
- 10 à 20 ans
- 20 à 30 ans
- Plus de 30 ans

3) Dans quels types d'établissement enseignez-vous ?

- Collège
- Lycée général et technologique
- Lycée professionnel

4) Quelle est votre matière d'enseignement ?

- Mathématiques
- Sciences physiques et chimiques
- Sciences de la vie et de la terre

5) Réalisez-vous des TP avec vos élèves ?

- Oui
- Non (*Si non, passez à la question 7*)

6) A quelle fréquence les réalisez-vous ?

- 1 fois par semaine
- 1 fois par mois
- Plusieurs fois par mois

7) Avez-vous des classes dédoublées lors de vos séances où vous mettez en place une démarche d'investigation ?

- Oui
- Non
- Cela dépend des cours

8) Quels sont pour vous les objectifs pour lesquels vous adoptez une démarche d'investigation ?

- Donner l'envie aux élèves d'apprendre les sciences
- Développer l'autonomie
- Permettre l'apprentissage des méthodes scientifiques
- Réaliser des TP
- Faire agir les élèves comme des chercheurs
- Autre

9) Que permet la démarche d'investigation aux élèves ?

- Découvrir des connaissances
- Avoir la possibilité de se tromper
- Voir la difficulté de faire une découverte
- Réinvestir des connaissances
- Autre

10) Quelles sont, pour vous, les difficultés à mettre en place une démarche d'investigation en classe ?

- Le manque de matériel
- La faible autonomie des élèves
- Le manque de temps
- Le manque de connaissances et de savoir-faire des élèves
- La gestion des élèves pendant la séance
- Le manque d'outils numériques
- Votre propre manque de connaissances sur cette démarche
- Autre

11) Avec quelle fréquence procédez-vous à l'utilisation du numérique lorsque vous mettez en place une démarche d'investigation ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

12) De quel type de matériel numérique vous servez-vous lors de ces démarches d'investigation ?

- Un ordinateur
- Une tablette
- Un smartphone
- Une calculatrice
- Autre

13) De quel logiciel vous servez-vous lors de ces démarches d'investigation ?

- Word
- Excel
- Atelier scientifique
- Latis pro
- Géogébra
- Autre

14) Que pensez-vous de l'intérêt du numérique pour la démarche d'investigation vis-à-vis des élèves ?

- Du confort
- De la facilité
- De porter plus d'intérêt à la situation étudiée
- De l'interactivité
- Une diversité des supports de travail
- Autre

15) Selon vous, quels sont les inconvénients de l'utilisation du numérique dans la démarche d'investigation scientifique ?

- Cela facilite trop le travail des élèves
- Une préparation plus chronophage
- La difficulté d'utilisation du logiciel
- Les différences de version entre les logiciels
- Le manque de salles spécifiques

16) Auriez-vous des commentaires et remarques à faire sur la mise en place de la démarche d'investigation dans le secondaire ?