



**HAL**  
open science

# L'utilisation de l'épistémologie et de l'histoire des sciences et techniques dans le secondaire

Nicolas Cocherel

► **To cite this version:**

Nicolas Cocherel. L'utilisation de l'épistémologie et de l'histoire des sciences et techniques dans le secondaire. Education. 2017. dumas-01647582

**HAL Id: dumas-01647582**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01647582>**

Submitted on 19 Feb 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Académie de Nantes

Université de Nantes

École Supérieure du Professorat et de l'Éducation  
de l'Université de Nantes

Site de Nantes

# **L'utilisation de l'Épistémologie et de l'Histoire des Sciences et Techniques dans le Secondaire**

**NICOLAS COCHEREL**

**(En collaboration avec Gabriel HAROUY)**

Sous la direction de

Armelle MANCEAU

Master Métiers de l'Enseignement et de l'Éducation et de la Formation  
Mention Enseignement Second Degré – Physique-Chimie  
Année universitaire 2016-2017

Ecrit réflexif de Master MEEF-PC Nantes (2016-2017)

# **L'utilisation de l'Épistémologie et de l'Histoire des Sciences et Techniques dans le Secondaire**

**NICOLAS COCHEREL**

**(En collaboration avec Gabriel HAROUY)**

Sous la direction de  
Armelle MANCEAU



## Remerciements

Ce travail a été réalisé pour le compte de la 2<sup>nd</sup>e année du Master Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation, Mention Enseignement Second Degré dont la responsable, pour la section Physique-Chimie, est Mme Armelle Manceau que je tiens à remercier pour ses conseils et soutiens tout au long de cette année.

Je remercie particulièrement Gabriel pour son aide et sa collaboration dans la rédaction de cet écrit réflexif. Sa contribution concernant l'analyse d'articles, la mise en place d'activités et les résultats de ces travaux ont été d'une aide précieuse. Nos échanges, intéressants voire passionnants, ont été très constructifs dans l'élaboration de ce travail. Je tiens à l'en remercier très vivement.

Je remercie également M. Frédéric Genevois d'avoir accepté d'être mon tuteur et de m'avoir aidé à aborder de la meilleure des façons cette première année d'enseignement. Son aide a contribué indirectement à ce travail au travers des conseils et de la mise en confiance nécessaires pour mettre en place notamment des séances proposées concernant ce thème.

Je voudrais enfin dédier cet écrit à tous les amis que j'ai eu le plaisir de côtoyer durant ces deux dernières années de Master MEEF à Nantes. Ils ont toujours été là dans les bons comme dans les mauvais moments.

## Table des matières

Table des matières.....	4
1Introduction générale.....	5
1.1Présentation de la thématique.....	5
1.2Choix du thème.....	6
1.3Construction du sujet de recherche.....	6
2Cadre théorique.....	8
2.1Les instructions officielles.....	8
2.1.1Le contenu des instructions officielles.....	8
2.1.2Travaux en lien direct avec les instructions officielles.....	9
2.2Analyse d'articles de recherche en sciences de l'éducation.....	10
2.3Évolution de l'intégration de la HST dans les programmes du Secondaire.....	10
2.5L'HST et les sciences de l'éducation.....	11
2.6La formation des enseignants en HST.....	13
2.7Lien entre théorie et pratique : exemple des microworlds et historique des théories du mouvement .....	16
3Présentation d'activités proposées à des classes de Seconde.....	17
3.1TP sur les conceptions des lois du mouvement.....	17
3.1.1Présentation de la séance.....	17
3.1.2Analyse de la séance.....	18
3.1.3Proposition d'une nouvelle activité.....	19
3.2Activité sur l'histoire de l'aspirine.....	19
3.2.1Présentation de l'activité.....	19
3.2.2Analyse de l'activité.....	20
3.3Activité sur l'étymologie des noms d'éléments.....	20
3.3.1Présentation de l'activité.....	20
3.3.2Analyse de l'activité.....	21
4Conclusion.....	21
5Annexe A – Énoncé de l'activité sur les conceptions des lois du mouvement.....	23
6Annexe B – Énoncé de l'activité sur l'histoire de l'aspirine.....	25
7Annexe C – Énoncé du TD sur l'étymologie des éléments chimiques.....	27
8Bibliographie.....	28

# Liste des sigles

- B.O. : Bulletin Officiel
- CAPES : Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement du Second degré
- CNRTL : Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales
- DS : Devoir Surveillé
- EHST : Épistémologie et Histoire des Sciences et Techniques
- ESPE : Écoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation
- HST : Histoire des Sciences et Techniques
- IO : Instructions Officielles
- IUFM : Institut Universitaire de Formation des Maîtres
- TD : Travaux Dirigés
- TP : Travaux Pratiques
- TPE : Travail Personnel Encadré
- SVT : Sciences de la Vie et de la Terre

## 1 Introduction générale

### 1.1 Présentation de la thématique

Après une année durant lesquelles nous (moi et Gabriel) avons étudié l'Histoire des Sciences dans l'objectif de préparer le concours du CAPES, nous avons été particulièrement frappés par la différence remarquable entre la complexité de celle-ci et la présentation succincte, voire simpliste des faits historiques présentés dans les manuels du Secondaire. Pourquoi ne pourrait-elle pas être étudiée et utilisée de façon plus approfondie au collège et au lycée ? Notre thématique porte donc sur l'intérêt d'utiliser l'Épistémologie<sup>1</sup> et l'Histoire des Sciences et Techniques<sup>2</sup> (EHST) dans des séances du Secondaire en cours de Physique-Chimie, avec notamment un questionnement sur les modalités à prendre en compte pour construire des activités en incluant. Nous nous appuyons pour ceci sur un corpus qui se compose de différentes sources, qui seront présentées et utilisées dans cet ordre :

- Ressources et textes officiels disponibles sur les sites académiques et ministériels
- Articles de recherche sur les liens entre didactique et HST
- Description des activités proposées en cours

L'analyse des articles nous permettra alors d'expliquer en quoi ils nous aident de construire nos activités, voir les erreurs ou choses à modifier à partir des activités disponibles notamment sur *Eduscol* pour mieux construire nos propres activités, ainsi que de trouver des pistes sur l'intérêt à l'utilisation de l'HST.

---

<sup>1</sup>Nous définissons « épistémologie » selon les termes du dictionnaire du CNRTL : « Partie de la philosophie qui a pour objet l'étude critique des postulats, conclusions et méthodes d'une science particulière, considérée du point de vue de son évolution, afin d'en déterminer l'origine logique, la valeur et la portée scientifique et philosophique. »

<sup>2</sup>Nous définissons l'Histoire des Sciences et Techniques comme la discipline scientifique qui a pour objet d'étude l'évolution des concepts et avancées techniques ou technologiques au cours de l'histoire, les intégrant dans leur contexte sociologique et culturel.

## 1.2 *Choix du thème*

Le thème choisi pour cet écrit réflexif de Master 2 concerne l'utilisation de l'Épistémologie et l'Histoire des Sciences et Techniques pour l'introduction et l'apprentissage de nouveaux concepts en cours dans le Secondaire. Ce choix est motivé par l'intérêt que nous portons à la fois aux sciences de l'éducation et à l'EHST que nous avons étudié au cours de nos années antérieures. De plus, ce thème riche est souvent trop peu exploité par les professeurs de matières scientifiques dans le Secondaire, malgré l'apport dont il peut faire preuve ainsi que l'inscription dans les textes officiels de la nécessité de traiter d'HST pour permettre aux élèves de mieux comprendre les modalités des sciences qu'ils étudient et de donner davantage de sens aux apprentissages.

Pour travailler ce thème, il sera nécessaire de définir l'histoire des sciences dans le cadre des sciences de l'éducation et de l'enseignement dans le secondaire. Il est également nécessaire de chercher pourquoi il peut être intéressant de travailler l'HST et en quoi elle peut faire avancer les élèves. Les différentes idées que nous avons relevé sont alors les suivantes :

- A – Intéresser les élèves à la discipline et à la démarche scientifique
- B – Aider les élèves à dépasser des obstacles épistémologiques et didactiques
- C – Permettre aux élèves de s'ouvrir à la critique historique et scientifique
- D – Permettre aux élèves de travailler l'interdisciplinarité
- E – Se construire une culture scientifique générale

Aussi, l'étude de l'EHST en Physique-Chimie dans le Secondaire, peut-elle permettre d'amener les élèves à se questionner de manière « intelligente » sur leurs objets d'étude ?

La question de recherche que nous essaierons alors de traiter au cours de cet écrit réflexif peut s'énoncer ainsi : « **Quel est l'intérêt de l'EHST dans l'enseignement des sciences physiques et chimiques dans le secondaire ?** » et, par suite : « **Quelles sont les modalités à prendre en compte pour construire des séances incluant de l'EHST ?** », afin d'avoir une réflexion sur notre pratique professionnelle.

## 1.3 *Construction du sujet de recherche*

Les différentes hypothèses de recherche que nous pouvons formuler à partir de ce questionnement sont les suivantes :

1 – *Permet de mieux intéresser les élèves à la démarche scientifique, au thème qui va être abordé dans la séquence ou séance suivante.* Dans ce sens, l'EHST sert de situation déclenchante ou d'élément d'accroche dans une séance ou une séquence pédagogique. Par ailleurs, l'EHST peut être un vecteur pour susciter l'intérêt des élèves pour les sciences en général.

2 – *Permet de dépasser des obstacles épistémologiques et ainsi mieux comprendre le sens physique ou chimique des phénomènes étudiés ou décrits.* Ceci s'inscrit dans l'idée que les obstacles auxquels étaient confrontés les scientifiques de l'époque, dans un certain paradigme, à propos des développements de



certaines théories ou technologies, sont proches de ceux auxquels doivent encore aujourd'hui faire face les élèves.

3 – *Permet de s'intéresser à l'interdisciplinarité en faisant un lien entre les « sciences de la nature » et les « sciences humaines ».* Vise à montrer les connexions et influences réciproques entre la Physique-Chimie et les avancées techniques et technologiques, ainsi qu'en montrant leurs liens avec le contexte historique et sociologique.

4 – *Démonter des idées préconçues ou caricaturales que peuvent avoir les élèves.* Celles-ci peuvent concerner le déroulement de « découvertes scientifiques », l'importance « d'expériences cruciales » ou de « dates clés » et la construction de « héros de la science ».

5 – *Permet de se construire une culture générale scientifique au-delà de la simple nomination de concepts.*

Ces cinq points peuvent alors entrer dans un cadre théorique et pourraient être analysés grâce à une méthodologie différente point par point comme suit :

1 – Proposer un questionnaire à remplir par les élèves pour effectuer une évaluation diagnostique sur leur vision de l'EHST ainsi que leurs connaissances en EHST et en Physique-Chimie.

2 – Introduire une séquence pédagogique à des élèves en insistant sur l'aspect historique pour mieux développer les concepts en jeu par la suite. Puis distribuer un questionnaire en fin de séquence pour faire une évaluation formative et voir la différence d'apport entre l'introduction historique et l'institutionnalisation du savoir de fin de séquence en prenant en compte l'HST.

2 & 5 – Proposer des études de document en intégrant dans une situation-problème des documents historiques à propos du contexte dans lequel cette situation a été rencontrée au cours de l'histoire et quelles sont les différentes solutions qui ont alors été proposées. Ceci permet alors non seulement de s'intéresser au *comment* on résout le problème posée mais aussi au *pourquoi* il faut la résoudre en comprenant le contexte historique et les obstacles rencontrés par les savants de l'époque pour que les élèves aient conscience des difficultés qu'ils rencontrent également et ainsi mieux les résoudre. Ce point sera la plus repris dans le travail mené durant nos séances en classe et donc le plus traité durant cet écrit.

3 – Analyser des TPE dont les disciplines étaient l'Histoire-Géographie ou les Sciences Économiques et Sociales (ou éventuellement Langues et cultures de l'Antiquité) d'un côté, et une discipline scientifique de l'autre (Physique-Chimie, Sciences de la Vie et de la Terre, Mathématiques ou Sciences de l'Ingénieur). Le but serait de voir quels liens sont faits entre les deux disciplines et comment ceci est justifié pour voir si ces thèses s'insèrent dans la démarche globalement adoptée en HST, à savoir le concours entre science internaliste et science externaliste dans les processus de construction des savoirs.

4 – a : Analyse d'extraits de manuels du Secondaire concernant les aspects d'histoire des sciences, d'articles sur l'EHST à destination des enseignants, de livres de vulgarisation scientifique destinés explicitement aux collégiens et/ou lycéens. Le but serait de voir les grandes tendances à faire des raccourcis historiques, voir les limites des aspects épistémologiques (ie. « la science devait le découvrir »), ainsi que la survalorisation de personnages (la construction de « héros de la science »). Cet aspect sera repris principalement dans l'analyse du corpus d'articles, différents auteurs revenant sur ce point. L'analyse des manuels eux-mêmes ne sera pas faite car a déjà fait l'objet d'une étude par Gabriel l'année précédente dans le cadre du travail préparatoire au mémoire, avec des conclusions similaires aux articles.

– b : Analyse de sources secondaires de chercheurs en sciences de l'éducation et de l'enseignement de l'histoire des sciences pour voir quels conseils sont donnés aux professeurs du secondaire pour parvenir à faire une partie d'enseignement d'EHST cohérente et voir si les thèses développées sont en accord avec la démarche généralement adoptée en EHST pour de telles études. Ce point fera l'objet principal de ce cadre théorique présenté ci-dessous.

L'ensemble de ces cinq points faisant un objet d'étude trop conséquent et dépassant parfois le cadre de la classe de seconde, nous nous sommes consacrés pour la suite à l'analyse d'articles et d'instructions officielles permettant de construire des activités qui seront présentées puis analysées dans leur ensemble.

## **2 Cadre théorique**

### ***2.1 Les instructions officielles***

#### ***2.1.1 Le contenu des instructions officielles***

Afin de poser le cadre théorique, nous nous sommes intéressés dans un premier temps au contenu des instructions officielles (IO) et par suite à voir si les objectifs des IO peuvent être atteints en classe grâce notamment à ce qui est dit dans les manuels (ce qui constitue le principal support pour introduire de l'EHST pour les professeurs) ainsi que dans les ressources en ligne disponibles à leur intention sur le site d'*Eduscol*<sup>3</sup>.

L'article [Fauque, 2006] se finit sur une dernière partie intitulée « Évolution de la présence de l'HST dans les programmes officiels de l'enseignement secondaire général, dans le cas particulier des sciences physiques ». Il y est dit que l'HST apparaît dans les programmes officiels suite à la réforme du lycée de 1979. Sa mise en place est accentuée avec les nouveaux programmes de 1993 qui sont accompagnés d'une importante bibliographie selon l'auteure. Pour autant, il est bien précisé que cette introduction d'éléments d'HST dans l'enseignement ne concerne que la filière Scientifique.

---

<sup>3</sup>Le site *eduscol.education.fr* est un site institutionnel majeur, géré par le ministère de l'éducation nationale, servant à « Informer et accompagner les professionnels de l'éducation ».

L'histoire des sciences est par la suite intégrée dans les programmes du collège en 2005, particulièrement dans les « thèmes de convergence ». Il est alors souligné que l'HST peut être utilisé au travers de travaux interdisciplinaires. Il n'est donc pas explicité de compétences spécifiques à l'HST mais simplement dit qu'il est nécessaire d'en introduire dans les cours aussi bien au collège qu'au lycée. Le problème réside dans l'application réelle en cours qui est faite de ces consignes.

### ***2.1.2 Travaux en lien direct avec les instructions officielles***

On trouve en lien avec les instructions officielles des travaux permettant de justifier et d'aider à mieux saisir l'intérêt de l'ajout de l'histoire des sciences dans le Secondaire. Ceci est notamment fait dans les travaux de Cécile de Hosson, présents également sur le site d'*Eduscol*. On trouve en effet dans l'annexe B.1 (p. 2 à 7) de [*Instructions officielles*, 2008b] un passage dans lequel l'auteure y met en avant l'utilité de l'histoire des sciences au travers de divers types d'activités : étude de textes originaux, iconographie, récit historiographique (écrit ou oral), réplification d'expériences historiques ou encore étude de controverses historiques. Cette dernière idée est justifiée ainsi :

La controverse scientifique en tant que support d'enseignement est intéressante pour deux raisons. D'abord parce qu'elle est le lieu d'un débat dont la transposition en classe pourrait s'avérer efficace d'un point de vue socio-cognitif ; ensuite, parce que le règlement par lequel elle s'achève pourrait inspirer une stratégie didactique particulière. Il s'agit par conséquent de choisir un problème qui, ayant donné lieu à une polémique dans l'histoire des sciences, donne lieu pareillement à un débat au sein de la classe. La pertinence d'une telle transposition va donc se trouver suspendue à la connaissance que l'enseignant peut avoir des raisonnements des élèves, et de leur ressemblance éventuelle avec des idées déjà présentes dans l'histoire. [*Instructions officielles*, 2008b : 7]

Cette réflexion est intéressante et paraît légitime. Cependant, ce passage date de 2008 et depuis de nombreuses tentatives ont été réalisées par notamment les éditeurs de manuels qui ont essayé de traiter de telles controverses, avec des résultats discutables. L'histoire de la controverse entre Volta et Galvani à propos de l'origine du phénomène électrique, traités dans des livres de vulgarisation scientifique et manuels scolaires du Secondaire, en est un bon exemple (cf. cours de Pierre Teissier sur l'histoire de l'électricité du master d'HST de l'Université de Nantes [Teissier, 2014]). Une même trame y était présente, Volta étant survalorisé et Galvani parfois presque ridiculisé. On doit de plus ajouter à cela les innombrables anachronismes présents dans les différents textes et le manque total de contextualisation, plaçant le discours hors du temps pour ne retenir que des grands hommes, réalisant des expériences jugées cruciales voire miraculeuses.

Tout comme l'étude des controverses, la réplification d'expériences historiques est très compliquée et souvent sujette à débat. Il est en effet facile de trouver « ce que l'on cherche » dans la reproduction d'une expérience connue, et ce d'autant plus que souvent peu d'informations sont fournies dans les modes opératoires. Ceci a été mis en avant par des chercheurs d'HST au travers notamment de deux thèses soutenues ces dernières années à propos de la réplification de l'expérience de Coulomb pour trouver la loi de la force électrostatique. En effet, en répliquant celle-ci, l'une concluait à l'impossibilité que Coulomb ait obtenu

des résultats aussi précis et constants à l'aide du dispositif qu'il décrit, tandis que l'autre, avait conclu exactement l'inverse. Par ailleurs, l'inaccessibilité au matériel original, la compréhension des textes, etc. impliquent qu'une telle reproduction à l'identique est absolument impossible. Ces différents éléments mis en commun discréditent toute tentative d'une telle réalisation en classe du Secondaire.

Les trois autres pistes de travail, à savoir l'étude de textes originaux, d'iconographies, ou la conception de récits historiographiques sont quant à elles tout à fait réalisables en classe du Secondaire. Le principal problème lié à ces idées est alors la formation du professeur pour que ces activités soient véritablement instructives, bien construites et efficaces dans les processus d'apprentissage des élèves tout en leur étant parfaitement adaptées. Or aucune formation obligatoire particulière n'a été dispensée aux enseignants en poste actuellement.

Pour autant, nous allons tenter de construire des séances intégrant des passages d'HST. Nous nous baserons donc principalement sur des études documentaires, servant à introduire des concepts en classe entière ou bien une manipulation en TP. Les supports principaux parmi les cinq idées relevées par Cécile de Hosson seront donc l'appui sur des textes originaux, ainsi que sur des iconographies. Ces aspects seront détaillés par la suite, que ce soit concernant l'application réelle de ces passages d'HST, l'analyse des activités proposées, ainsi qu'une critique portée sur notre travail afin de porter une réflexion sur notre pratique professionnelle.

Après cette introduction, nous allons donc passer à l'analyse d'articles de sources secondaires traitant de l'utilité et des modalités de l'emploi d'EHST dans les sciences de l'éducation et dans leur pratique professionnelle, en nous focalisant sur le Secondaire.

## ***2.2 Analyse d'articles de recherche en sciences de l'éducation***

Dans un premier temps, nous traiterons de l'évolution de l'intégration de l'HST dans les cours du Secondaire, et comment les professeurs doivent tenter d'augmenter cette intégration, ses avantages étant certains. Puis sera abordée la question de la formation des professeurs à cette discipline. Enfin, nous ferons une transition entre cette théorie et les activités mises en pratique dans nos classes grâce à l'article traitant des *microworlds* et la première activité sur l'évolution des lois du mouvement.

## ***2.3 Évolution de l'intégration de la HST dans les programmes du Secondaire***

L'article [Fauque, 2006] présente les débuts de l'enseignement de l'HST à des enseignants pour qu'ils l'intègrent dans leurs cours du secondaire. Il y est souligné que :

Le fait que l'histoire des sciences et des techniques contribue à la culture moderne est accepté et défendu par un grand nombre de pays. Son enseignement et sa diffusion étaient déjà fortement recommandés dès la Libération. Dans la première conférence générale de l'UNESCO, en 1946, il a été souligné l'importance de l'histoire des sciences "projet d'importance cardinale pour l'histoire de la culture humaine"  
[Fauque, 2006 : 5]

La prise de conscience de l'utilité de l'HST dans la formation des élèves est donc précoce dans les

instances selon l'auteure. Cependant, elle souligne que la formalisation dans les textes officiels sera bien plus tardive, et bien que ce soit le cas actuellement, ces consignes sont très peu respectées par la grande majorité des professeurs du Secondaire (ce que nous verrons par la suite). Toutefois, l'auteure reconnaît que de plus en plus d'enseignants ont pris conscience de l'impact de l'HST sur l'assimilation des notions et contenus chez les élèves et l'ont intégré au sein des cours de matières scientifiques dans le Secondaire

On trouve alors dans la suite de l'article des recommandations de H. Gié sur l'intégration de l'HST dans les cours de Physique-Chimie, la place qu'elle doit avoir et ses véritables buts. C'est ainsi qu'il est dit qu'il faut :

choisir des exemples significatifs, ne pas négliger la chronologie, faire en sorte de citer tout au long de son enseignement les noms des auteurs des découvertes scientifiques, et la chronologie succincte les concernant, procéder à l'examen de textes scientifiques originaux ou de seconde main, guider les élèves par des questions appropriées. Il recommande aussi la lecture attentive du document d'accompagnement qui propose une petite initiation à l'histoire des sciences pour les professeurs, qui sont le plus souvent novices dans le domaine. On y souligne l'évolution non linéaire des idées et le rôle de l'expérience dans cette évolution. Le hasard peut intervenir, mais il ne suffit pas. Il faut un regard préparé à voir. Plus largement l'observation ne précède pas nécessairement la théorie. Cette dernière détermine souvent les expériences à mener. [Fauque, 2006 : 7]

Plusieurs faits ressortent de ce paragraphe. Premièrement, bien que l'article date de 2006, il est sous-entendu que les enseignants ne sont pas formés à l'inclusion de l'HST dans leurs séquences pédagogiques. On constate aussi qu'ils ne sont pas plus formés à l'épistémologie, comme le montre la fin du paragraphe, où on essaie d'écarter l'idée de sérendipité<sup>4</sup> dans la « découverte scientifique » et où on montre la nécessité des va-et-vient entre modélisation de la théorie et expérimentation afin d'écarter une démarche scientifique dogmatique et coupée du contexte historique et sociologique.

Le dernier point à soulever de cette citation est le fait qu'il est principalement recommandé de traiter l'HST au travers des noms, dates et découvertes. Or ceci ne saurait être que trop superficiel et parcellaire, ce qui contribue aux images faussées qui ressortent du traitement de « faits » d'HST dans les manuels et autres médias. Si l'étude de l'HST pourrait permettre aux élèves de se construire une culture scientifique et historique plus générale, autant que cela soit traité rigoureusement avec tout un panel élargi de références en lien avec ce qui est décrit. Car son objectif prioritaire reste d'aider à surmonter des obstacles épistémologiques.

## ***2.1 L'HST et les sciences de l'éducation***

Dans cet objectif, nous allons désormais étudier ce qui est dit à propos du lien à faire entre sciences de l'éducation et HST. On trouve ainsi dans [Gooday, Lynch, Wilson, Barsky 2008 : 322] le fait qu'utiliser l'HST permet de faire mieux saisir l'intérêt pédagogique, et ce au-delà des études en sciences, voire au-delà du cercle académique habituel.

---

<sup>4</sup> Définition du dictionnaire Larousse : « Capacité, art de faire une découverte, scientifique notamment, par hasard. ». Disponible sur le site [larousse.fr/dictionnaires/francais](http://larousse.fr/dictionnaires/francais) (consulté le 08/12/2016).

Il ressort principalement que l'étude de l'HST dans les études scientifiques permet de faire comprendre aux étudiants comment la recherche en sciences est menée. L'histoire des techniques pour les formations en physique appliquée et ingénierie permet de voir l'importance de l'aspect socio-économique dans le développement technologique. De plus, il ressort aussi l'aspect de l'interdisciplinarité dans le but de se perfectionner dans sa discipline, et la rendre plus intéressante et concrète.

Les auteurs soulignent ensuite qu'étudier l'HST montre le véritable aspect des sciences, à savoir quelque chose de complexe à construire, contrairement à ce qui est largement répandu (p. 324), à savoir une science en constant progrès découlant d'une théorie à l'autre de manière mécanique.

Les auteurs expliquent ensuite plus en détail l'intérêt majeur de l'étude de l'HST selon eux :

Arguably most important is the understanding of the broader processes of science that studying its history can uniquely offer. The key role of history here is characterizing the complexities of how science *changes*. So many science textbooks unhelpfully—and above all inaccurately—cultivate a rather static image of scientific disciplines, as if they were completed with comprehensive certainty. It is perhaps not difficult to understand how this gross oversimplification might arise as the result of a pedagogical need to “tidy up” the presentation of science to meet the needs and capacities of students. But faced with the textbook spectacle of such an apparently unalterable monolith, is it any wonder that students can have difficulty conceiving how they might ever contribute to science? By contrast, studying the history of science as a *process* of perpetual flux and innovation can cultivate their expectations of how they might contribute to future forms of its change, especially by interactions with medicine and technology. Moreover, if student expectations are better attuned to open-endedness in the character of science, they can more readily appreciate the incompleteness and fallibility of models and theories they regularly (and thus perplexingly) have to discard as they encounter each new stage of their curriculum. Much more of science thus becomes comprehensible through study of its history—and in ways that cannot easily be addressed by scientists working within a time-pressured science curriculum.<sup>5</sup> [Gooday, Lynch, Wilson et Barsky 2008 : 326]

Ce passage résume bien le but de l'HST dans la démarche scientifique de manière générale. L'HST permet de mettre les sciences dans leur contexte historique et sociologique, de voir l'importance de la société sur celles-ci et en sens inverse, et de voir que tous ces processus ne sont nullement fixes et ne suivent pas qu'une seule ligne directrice.

L'article [Palter, 1974] prend en partie le contre-pied de notre discours car l'auteur n'est pas convaincu qu'une amélioration de l'éducation des sciences, grâce notamment à l'HST, puisse jouer sur la

---

<sup>5</sup>« Le plus important est sans doute la compréhension de la progression de la science de façon plus large, ce que l'étude de son histoire peut offrir de manière unique. Le rôle clé de l'histoire est ici de caractériser la complexité de la manière dont la science *évolue*. Ainsi, beaucoup de manuels de sciences inutilement – et surtout de façon inexacte – cultivent une image plutôt figée des disciplines scientifiques, comme si elles étaient achevées avec une certitude totale. Il n'est sûrement pas difficile de comprendre que cette simplification grossière puisse résulter d'un besoin pédagogique « d'organiser » la présentation de la science aux élèves pour répondre à leurs besoins et à leurs capacités. Mais face au spectacle d'un tel bloc monolithique apparemment inaltérable, est-il vraiment étonnant que les élèves aient du mal à concevoir comment ils pourraient apporter une quelconque contribution à la science ? En revanche, étudier l'histoire de la science comme un *processus* de changements perpétuels et d'innovations peut faire grandir en eux leur espérance de pouvoir contribuer aux formes futures de son changement, notamment par les interactions avec la médecine et la technologie. Par ailleurs, si l'esprit des élèves est plus ouvert à la nature profonde de la science, ils peuvent plus facilement estimer l'incomplétude et la faillibilité des modèles et des théories qu'ils ont régulièrement dû abandonner à chaque nouvelle étape de leurs études. Un bien plus grand pan de la science devient ainsi compréhensible par l'étude de son histoire et d'une manière qui ne peut être facilement traitée par des scientifiques pressés par le temps. »

capacité d'un élève à acquérir un esprit scientifique. Mais à défaut de cela l'auteur estime qu'une amélioration du cheminement scientifique de l'élève peut produire sa meilleure compréhension de la science. Ainsi, Palter insiste sur le fait que la science a toujours fait, dans l'histoire, l'objet de controverses et qu'encore aujourd'hui le consensus n'est jamais ni parfait ni statique.

L'hypothèse de l'auteur est que l'esprit scientifique dépend beaucoup des manuels scolaires. Pour un enseignant, l'attitude à prendre vis-à-vis des manuels scolaires doit être sans parti pris. La nécessité de ces dispositifs pédagogiques doit être considérée comme une simple partie des faits naturels dans l'ensemble complexe des institutions sociales que constituent aujourd'hui la recherche scientifique. Cependant, comme discuté ci-après, les manuels ne sauraient constituer une source tout à fait fiable. Ceci est probablement à remettre dans le contexte de l'article, datant de 1974.

Le critère que l'auteur considère d'une certaine importance dans l'évaluation d'un manuel de science est la précision avec laquelle elle reflète l'état actuel de la recherche sur des sujets scientifiques pertinents. Or la plupart des manuels scolaires donnent l'impression qu'aucune recherche n'est faite sur de nombreux sujets abordés. L'auteur prend pour exemple la mécanique classique où, récemment, un grand nombre de résultats nouveaux et importants ont été publiés en exprimant des lois de l'espace-temps d'abord introduite dans les formulations de la mécanique relativiste. Ainsi la constante progression des connaissances ne doit pas être, selon l'auteur, cachée des élèves.

Une chose que l'auteur trouve absente dans les deux principales conceptions de l'histoire des sciences, que ce soit chez Karl Popper (conjectures et réfutations) ou chez Thomas Kuhn (résolution de problèmes scientifiques normaux ponctués occasionnellement par une révolution scientifique), est le manque de cohérence avec les détails réels de l'histoire des sciences. Ces deux conceptions tendent à considérer l'image de la progression scientifique dans un domaine comme une seule progression ou un seul courant dans lequel une hypothèse est continuellement remplacée par une autre (Popper), ou dans laquelle un grand nombre de solutions de problèmes paradigmatiques s'accumulent jusqu'à ce qu'un nouveau paradigme adaptant à la fois les solutions de problème antérieures et les anomalies émerge pour remplacer le paradigme précédent (Kuhn). Ce sont dans les deux cas des conceptions unilinéaires. Le point de vue de l'auteur est que l'histoire des sciences doit être imaginée comme un modèle historique multilinéaire plus complexe, où une théorie donnée doit être représentée non pas par une seule ligne, mais par un faisceau de lignes provenant d'un point commun, lui-même issu de la confluence de plusieurs lignes antérieures.

## ***2.2 La formation des enseignants en HST***

On peut alors détailler la manière dont l'HST peut être étudié par les enseignants afin de mieux

réussir à l'intégrer par la suite dans leurs cours. Il s'agit du thème principal de l'article [Guedj, Laubé et Savaton, 2007] dont le propos porte surtout sur le fait que :

Depuis quelques années les textes programmatiques concernant l'enseignement des sciences et des techniques affirment une réelle orientation en faveur de l'épistémologie et de l'histoire des sciences et des techniques (EHST). Un rapide tour d'horizon des usages en vigueur invite à interroger la nature des savoirs et des méthodes convoquées. Cette question est d'autant plus vive que l'EHST n'est pas une discipline scolaire et qu'il convient d'explicitier les savoirs savants de référence et de définir leur nécessaire transposition. Ainsi, rassembler des ressources diversifiées, mettre en œuvre une ingénierie didactique afin de constituer des outils pertinents dans le cadre de la formation des maîtres constituent les premières étapes indispensables à la mise en place de l'EHST dans les classes.

[Guedj, Laubé et Savaton, 2007 : 1]

Les auteurs commencent ainsi par faire le constat que l'enseignement de l'EHST, probablement parce qu'elle n'est pas une discipline scolaire, reste un objet de recherche peu ou pas questionné. Pour autant, l'HST occupe aujourd'hui une place significative dans les programmes scolaires, et plus particulièrement dans les programmes scientifiques du collège et du lycée. Cette considération pour l'HST participe d'une intention plus générale qui vise à favoriser l'acquisition par les élèves d'une « culture scientifique » au même titre que la culture littéraire ou la culture artistique.

En survolant les manuels de Physique-Chimie et SVT, les auteurs soulignent que l'HST est introduite dans trois catégories de documents : les ajouts de type « médaillons », les « petits textes tronqués » et les approches constructives. Cependant les deux premières catégories ne proposent qu'une étude historique superficielle car les « médaillons » ne renvoient ni à un quelconque contexte historique ni à une activité didactique particulière. Ils ne proposent que des frises historiques avec les dates de savants « géniaux » avec une présentation très raccourcie de leurs travaux afin d'éveiller la curiosité. Ceci a pour conséquence de tomber dans une vision caricaturale voire erronée de la réalité historique. De même, les « petits textes tronqués », souvent directement extraits de sources primaires (œuvre d'époque ou texte original), permettent de présenter une controverse. Cependant, ces controverses sont souvent très orientées et tombent dans l'alibi didactique plus que dans une vraie étude historique.

Il est alors souligné que l'approche constructive semble plus appropriée aux instructions exigées dans le programme du collège et du lycée avec une approche historique non anachronique dans la mesure où les arguments de l'auteur doivent être interprétés du fait de leurs cohérences, et non en regard de la « bonne physique ». Ainsi, pour éclairer et comprendre le discours de la science, on ne peut pas se priver de son histoire, et introduire quelques références à des dates « de découvertes » ne suffit pas. On se priverait alors de la réflexion, des justifications et des conclusions apportées des divers protagonistes de l'histoire.

Toutefois les auteurs reconnaissent la complexité de la discipline et qu'une didactique de l'EHST est à mettre en place. Ils proposent ainsi une piste de méthodologie pour la constitution d'une didactique de l'EHST, méthodologie qui doit être confrontée aux trois pôles qui constituent le triangle pédagogique.

Ainsi, du point de vue du pôle enseignant, la priorité est dans la mise à dispositions des ouvrages



sur l'EHST et des textes de source primaire.

Du point de vue du pôle élève, l'analyse et la compréhension des situations didactiques impliquant des outils pédagogiques à caractère historique nécessitent que ces outils présentent des critères clarifiés d'historicité, et d'adapter les méthodologies/cadres théoriques dans le cadre plus large de la formation à un enseignement scientifique au lycée, collège ou primaire, les objectifs de culture scientifique doivent être connectés à l'apprentissage de concepts ou de méthodes scientifiques.

L'article [De Vittori et Loeuille, 2009] traite lui plus précisément de la formation à l'HST des enseignants dans le cadre de leur formation en tant que stagiaire, à l'ESPE. Il y est souligné la nécessité de rendre un document historique pour le professeur en amont, et également lorsqu'il cherche à en faire une activité auprès des élèves. Trois activités sont décrites dans l'article, deux sur les cours de formation des professeurs montrant comment prendre conscience de l'intérêt historique d'un document et ce que cela implique ; une troisième sur une activité proposée en mathématiques pour des collégiens montrant l'évolution du discours qu'il est nécessaire de « traduire » pour obtenir le résultat escompté.<sup>6</sup> Il y est souligné que :

Les vertus pédagogiques, qu'elles soient liées à la découverte de nouvelles notions, à l'illustration de théorèmes, ou plus modestement à l'exotisme des textes anciens, sont généralement admises et dépassent le cadre des seules mathématiques. [De Vittori et Loeuille, 2009 : 5]

Ainsi, bien que l'intérêt de l'HST soit bien établi à la fois dans les programmes, il ressort que pour les enseignants, les ressources à disposition sont fortement critiquables :

les manuels et autres documents utilisés par les professeurs contiennent de nombreux supports (frises, médaillons, extraits, etc.) qui renvoient à l'histoire. Cependant, en soi, un document n'est que très rarement historique. [...] Les documents ne sont historiques que sous l'impulsion de l'enseignant. Face à un extrait de texte, par exemple, le professeur doit se demander s'il en connaît l'auteur, sur quelle notion cela porte, à quelle période il a été rédigé. [...] La prise d'initiative de ce questionnement constitue une forme de vigilance que nous qualifions d'historique. [De Vittori et Loeuille, 2009 : 9]

Les auteurs critiquent donc le peu d'HST présent dans les manuels car les documents présents ne sont pas rendus historiques. La « vigilance historique » doit nous faire douter de l'intérêt des mini-biographies présentes dans les manuels et de la lumière mise sur uniquement quelques scientifiques sans

---

<sup>6</sup>Il est ici nécessaire de faire une remarque sur le risque de la simplification disant « Les mathématiques sont toujours les mêmes ; seul le langage change ». Ici, l'activité étant pour des collégiens, il paraît suffisant de rendre le document historique en cherchant simplement à le « traduire » dans le langage mathématique actuel. Une activité similaire pour des lycéens, de préférence en 1<sup>ère</sup> ou T<sup>ale</sup> S, devrait amener en plus l'idée que les mathématiques ne se faisaient pas selon les mêmes modalités ni les mêmes finalités. Par exemple, à l'époque du document, c'est-à-dire vers 1700, les mathématiciens n'étaient pas des « chercheurs professionnels » mais des savants désintéressés qui occupaient leur temps libre à faire des mathématiques et n'en percevaient aucune rémunération, le but étant uniquement ludique, contrairement aux chercheurs actuels dont le but est généralement l'avancée de théories permettant une modélisation à des fins d'applications scientifiques et/ou économiques.

montrer l'ampleur des travaux à mener pour que leurs « découvertes » soient effectives. Il est ainsi souligné que :

Rendre le contexte d'un document historique c'est redonner tout ce qui peut permettre de le situer à la fois dans son époque (vie de l'auteur, institutions, grands moments de l'Histoire générale, ...) mais aussi dans l'évolution de la discipline elle-même (nouvelle théorie, amélioration d'un résultat, simple application, ...) [De Vittori et Loeuille, 2009 : 9-10]

Les auteurs décrivent alors comment doit s'articuler la formation des professeurs autour de l'HST, en lien avec cette nécessité d'apprendre à rendre un document historique. Ils distinguent alors cinq modalités d'entrée dans l'apprentissage, en lien avec les situations décrites (les deux portant sur la formation d'enseignants-stagiaires en ESPE, et la mise en place d'une activité à caractère historique en mathématiques) qui sont les modalités suivantes : philosophique, technique, linguistique, pratique et dramatique. Ces différentes modalités d'entrée dans l'apprentissage montrent ainsi les différents aspects par lesquels peuvent être mis en activité les élèves lors des séances que nous proposons dans la suite.

### **2.3 Lien entre théorie et pratique : exemple des *microworlds* et historique des théories du mouvement**

Notre transition, du cadre théorique au cadre méthodologique, se base sur l'exemple des *microworlds* décrit dans l'article [Masson et Vázquez-Abad, 2006]. Il y est développé un exemple d'utilisation de l'HST selon une méthode tout à fait originale afin d'amener les élèves à se construire une représentation répondant aux attentes concernant les lois du mouvement en passant par un historique en trois étapes, les deux avant les lois de Newton étant la théorie des graves des Grecs Anciens, puis celle de l'*impetus* de Jean Buridan.

Les auteurs soulignent l'idée que l'HST permet d'aider à saisir la notion de changement de conception en science. On trouve ainsi de fortes similitudes entre les conceptions des étudiants actuels et celles des philosophes et scientifiques du passé. On peut également faire un parallèle entre le développement de la connaissance et de la compréhension du monde qui entoure l'enfant et l'évolution des concepts scientifiques en HST. Il y a cependant une limite à ce parallèle ; en effet, les différences entre l'évolution conceptuelle d'un individu et l'évolution historique du « savoir » sont significatives de contextes métaphysiques, épistémologiques et sociaux entre deux époques. Les auteurs proposent alors une solution alternative au problème de changement conceptuel en introduisant les *microworlds* historiques (« micro-worlds » pouvant être traduit par « simulation informatique »). L'avantage des simulations est qu'elles réduisent la réalité à quelques paramètres. Elles sont ainsi une version simplifiée du monde réel. Il est donc possible de créer aussi bien des simulations des conceptions d'Aristote que celles, plus complexes et abstraites, de Newton.

Dans cet article, trois simulations historiques, qui obéissent rigoureusement aux lois de Newton, sont présentées et étudiées, toutes trois élaborées à partir du logiciel *Interactive Physics™ 3.0*. Ces trois

simulations sont : une simulation sur la conception d'Aristote du mouvement, une simulation sur la conception de Jean Buridan (*l'impetus*) et une simulation sur la conception de Newton. Il s'agit dans tous les cas de diverses expériences visant à étudier le mouvement (vitesse et trajectoire) d'une balle. Il est constaté qu'en appliquant, ou non, des forces de friction et la résistance de l'air, on peut constater que les conceptions « aristotéliennes » et « buridaniennes » se révèlent être des cas particuliers des lois de Newton. Elles ne sont alors en aucun cas montrées comme des vues complètement erronées mais comme des interprétations limitées au contexte de l'époque (ces lois y étant « suffisantes » pour comprendre les observations faites au quotidien).

Dans la suite, différentes activités mises ou à mettre en place dans nos cours seront décrites, en commençant par celle dont il faut encore définir les modalités et qui s'inspire de cet article.

### **3 Présentation d'activités proposées à des classes de Seconde**

Différents types d'activités sur des sujets divers seront décrits dans cette partie, qui composent alors le cadre méthodologique de cet écrit réflexif. Ces activités sont de plusieurs types : soit une séance complète comme pour l'activité sur l'historique des conceptions des lois du mouvement; soit une partie de séance comme l'activité sur l'histoire de l'aspirine, ou encore en TP noté comme pour l'activité sur l'étymologie des noms des éléments. Chaque activité sera présentée avec ses modalités (durée, consignes, etc.), puis une analyse des résultats et de l'apport, de l'efficacité (par rapport aux cinq intérêts de l'utilisation de l'HST relevés précédemment) sera effectuée.

#### **3.1 TP sur les conceptions des lois du mouvement**

##### **3.1.1 Présentation de la séance**

J'ai proposé une séance de travaux pratiques préparée sur ce thème. Elle s'inscrit dans le cadre du programme de 2<sup>nde</sup> de Physique-Chimie du B.O. La première activité entre dans le thème « La pratique du sport » (partie : « L'étude du mouvement »). La seconde activité peut être proposée aussi bien dans le thème du sport que dans le thème de l'Univers. Elles ont deux objectifs précis :

- Savoir qu'une force s'exerçant sur un corps modifie la valeur de sa vitesse et/ou la direction de son mouvement et que cette modification dépend de la masse du corps.
- Utiliser le principe d'inertie pour interpréter des mouvements simples en termes de forces.

L'idée de la première activité est de décomposer l'étude du mouvement en reprenant, très schématiquement, trois conceptions historiques du mouvement dans un ordre chronologique. Elle est donc composée de trois parties (voir Annexe A) :

1. L'étude d'une vidéo sur le logiciel *Avimeca* où un glaçon est lancé le long d'une paillasse. Cette première partie montre que si les forces exercées sur un corps en mouvement se compensent, ce

même corps ne s'arrête pas pour autant, invalidant la conception aristotélicienne et plus particulièrement le principe du repos (tout corps en mouvement est poussé par quelque chose ou alors il va ralentir et s'arrêter).

2. L'étude de la chronophotographie d'une balle lancée dans une direction faisant  $45^\circ$  environ avec l'horizontale. En la comparant avec une illustration d'un boulet de canon du XVI<sup>ème</sup> siècle, on invalide la conception buridanienne (théorie de l'*impetus*) à savoir qu'un corps continue sa trajectoire non pas parce que l'air le pousse (comme le croyait Aristote) mais parce que le projectile, lors de son lancement, emmagasine une énergie, appelée « impetus ».
3. La dernière partie est l'étude de la chute d'une goutte de solution de permanganate de potassium dans une burette remplie d'huile et sa comparaison par rapport à la chute libre verticale d'une balle (en chronophotographie). Cette étude doit valider la conception newtonienne (principe de l'inertie) à savoir que lorsqu'un corps est soumis à des forces qui se compensent ou à aucune force alors il est soit au repos soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

### 3.1.2 Analyse de la séance

Cette activité a été présentée à une classe de seconde (2<sup>nde</sup> F du Lycée Mounier) pour une séance de TP d'une heure et demie. L'activité s'est avérée trop ambitieuse et trop variée dans le contenu. Ainsi les élèves ont peu adhéré à cette séance. Il a fallu mon aide pour qu'ils puissent finir l'activité dans les temps. Ce manque d'intérêt n'est pas complètement à imputer à l'activité proposée. Les élèves ont montré tout au long de l'année plus de réticence pour la physique (avec des concepts plus abstraits) que pour la chimie. Par ailleurs, l'utilisation d'un nouveau logiciel (*Avimeca* en l'occurrence) ou l'exploitation d'une chronophotographie sont de vraies difficultés pour une majorité d'élèves et qui leurs nécessitent beaucoup de temps.

Une seconde version, plus courte a été proposée (2<sup>nde</sup> D du Lycée Mounier) sans traiter de la partie sur l'« impetus ». Mais finalement, une seule des trois parties aurait pu suffire à elle seule pour tenir la séance. Seulement cette séquence, organisée sur deux ou trois séances, perdrait de son efficacité et donc de son intérêt. D'un point de vue didactique, les objectifs n'ont pas été atteints. Certains élèves ont même confondu les trois modèles. Dans un devoir surveillé, la semaine suivant ce TP, un élève a, par exemple, expliqué le mouvement d'un skieur (voir photo ci-contre) par une théorie proche du concept de l'« impetus » (le skieur monte dans les airs jusqu'à ce que les frottements de l'air le stoppent, c'est alors que le skieur tombe, attiré par la gravitation). L'exercice n'a d'ailleurs pas été réussi dans l'ensemble (avec notamment l'assimilation de la vitesse à une force comme erreur récurrente). Un point positif de la séance est tout de même l'ouverture d'un débat sur la remise en question de la véracité des modèles et des théories.



Au regard de cette analyse, il faut envisager une activité bien plus simple pour les élèves d'un point

de vue pratique, et pouvant tenir dans une heure et demie.

### **3.1.3 Proposition d'une nouvelle activité**

Une seconde activité pourrait être proposée aussi bien dans le thème du sport que dans le thème de l'Univers. Directement inspirée de l'article [Masson et Vázquez-Abad, 2006], elle pourrait répondre à cette attente. Il est envisageable, comme dans cet article, de construire la séance autour du logiciel *Interactive Physics*<sup>TM</sup> 3.0 ou d'un logiciel similaire :

➤ Il faut concevoir une simulation où la résistance de l'air est si importante que tout objet en mouvement finit par s'arrêter et que tout objet en chute libre tombe à une vitesse constante. Cas limite : un objet avec peu de résistance dans l'air (exemple : une flèche) n'est pas stoppé malgré l'absence apparente de force appliquée.

➤ Plus on met de la puissance dans la flèche, plus elle accumule de l'*impetus*. Avec la résistance de l'air, l'*impetus* s'atténue et la flèche tombe. Les élèves doivent réfléchir au sujet du rôle de la vitesse initiale sur le mouvement de la flèche.

➤ Il faut concevoir une simulation où les objets ne s'arrêtent pas et les objets tombant sont accélérés. On peut envisager une simulation montrant la trajectoire d'une balle sur divers plans inclinés. Dans cette situation il ne doit y avoir ni résistance de l'air ni autre friction. Dans ce cas aucune énergie n'est perdue et l'objet va conserver indéfiniment son mouvement si aucune force n'agit dessus.

Cette proposition pourra donc faire l'objet d'une tentative de mise en place dans une de mes classes à l'avenir. Toutefois l'introduction du principe d'inertie à l'aide de l'HST risque d'ajouter une difficulté supplémentaire à un concept qui lui-même est difficile à comprendre par les élèves.

## **3.2 Activité sur l'histoire de l'aspirine**

### **3.2.1 Présentation de l'activité**

Cette activité rentre dans le cadre du programme de 2<sup>nd</sup>e de physique-chimie du B.O., dans le thème « La santé » (partie : « Les médicaments »). Elle a deux objectifs précis :

- Savoir que certains matériaux proviennent de la nature et d'autres de la chimie de synthèse.
- Comprendre le rôle de la chimie de synthèse.

Le plan de l'activité est le suivant (le texte de l'activité que j'ai mené étant reporté en Annexe B) :

1. Un texte relatant l'obtention, l'utilisation et l'étude par l'Homme des composés salicylés (salicyline, acide salicylique et acide acétylsalicylique) comme analgésique à travers l'histoire.
2. Un questionnaire qui interroge les élèves sur leur compréhension du texte ainsi que l'analyse qu'ils en tirent.

A la fin de l'activité, l'enseignant attend que les élèves comprennent du texte les points suivants :

- L'Homme a utilisé les composés salicylés pour calmer les douleurs et fièvres dès l'Antiquité.

- Que les composés salicylés furent obtenus dans un premier temps par l'extraction des plantes (feuilles de saule, reine-des-prés ou spirée).
- Que pour un souci de rendement, la synthèse chimique des composés salicylés (acide salicylique) fut privilégiée au détriment de l'extraction des plantes.
- Que dans un souci de supprimer (ou d'atténuer) les effets néfastes (brûlures et hémorragies gastriques), l'option de synthétiser de nouveaux composés non-naturels aux propriétés différentes, fut envisagée.

### **3.2.2 Analyse de l'activité**

Cette activité a particulièrement intéressé les élèves comme c'est le cas avec toutes les activités proposées sur le thème de l'aspirine (thème ayant un lien concret avec le quotidien). En bilan de l'activité, une première remarque est de constater qu'elle s'est avérée trop longue. La deuxième partie de la séance n'a pas pu être réalisée dans le temps imparti et il a été demandé aux élèves de la terminer à la maison (finalement l'activité a été terminée en présence de l'enseignant lors de la séance suivante).

Ce qu'ont principalement retenu les élèves sont, d'une part, le fait que les feuilles de saule furent utilisées dès l'Antiquité pour leurs propriétés antalgiques et antipyrétiques, et d'autre part, que l'extraction des plantes fut abandonnée pour des raisons écologiques. Toujours pour le troisième objectif, la raison économique n'a pas été évoquée. Le texte ne l'explicitant pas, il était trop ambitieux d'attendre une telle déduction de la part des élèves. De plus la notion de rendement n'a pas été encore vue en séance. Le quatrième objectif n'a pas non plus été remarqué par un seul élève et ce malgré que les effets néfastes de l'acide salicylique sont clairement évoqués.

La principale difficulté rencontrée par les élèves fut au niveau de la lecture, et plus précisément du vocabulaire. De nombreux mots du texte (exemple : empirique, thérapeutique, antalgique, stomacal) leur étaient inconnus. Cet obstacle a considérablement freiné leur lecture et leur a, évidemment, empêché de comprendre une grande partie du texte. Par voie de conséquence, de nombreux élèves se sont vus dans l'incapacité de répondre aux questions de l'activité. Par ailleurs, l'insertion de quelques illustrations (formules topologiques des composés salicylés, photographie du premier flacon d'aspirine) dans le texte, changeant ainsi son format, a perturbé également les élèves.

Cette activité a été reprise par Gabriel en s'appuyant sur les remarques formulées ci-dessus afin de tenter d'améliorer la séance (avec notamment l'utilisation d'une aide lexicale), deux de nos classes ayant à peu près le même profil.

## **3.3 Activité sur l'étymologie des noms d'éléments**

### **3.3.1 Présentation de l'activité**

Dans le cadre d'un TD informatique (séance de 1h20), les élèves étaient évalués sur leur aptitude à extraire des informations de documents (sur internet) ainsi qu'à présenter leurs réponses sur un document de type « traitement de texte ». Cette activité servait d'introduction au tableau périodique des éléments

et permettait aux élèves d'alimenter leur culture scientifique et historique. Elle portait principalement sur l'origine étymologique de divers éléments chimiques puis sur leur regroupement en diverses « familles » étymologiques (scientifiques renommés, astres, divinités, lieux) (voir annexe C). Par ailleurs, quelques questions étaient portés sur :

- Le nombre d'éléments chimiques dans le tableau.
- Le nombre d'éléments se trouvant à l'état gazeux ou liquide en corps simples dans la nature.
- Le nombre d'éléments radioactifs.

### **3.3.2 Analyse de l'activité**

Les élèves se sont prêtés, dans l'ensemble, au jeu avec enthousiasme. Les principales difficultés rencontrées par les élèves en général sont leur manque de maîtrise de l'outil informatique (traitement de texte, moteur de recherche) et la longueur du questionnaire. De nombreux élèves ont eu des difficultés à mettre en forme leur compte-rendu et n'ont pas eu le temps de répondre à l'intégralité des questions. Par ailleurs nous pouvons remarquer qu'au cours de leurs recherches (cette recherche étant libre), les élèves n'ont pas trouvé des réponses identiques (nombre d'éléments chimiques par exemple). Cela dépend à quelle date fut édité le tableau que les élèves ont consulté, les plus anciens n'étant pas à jour par rapport à la découverte des derniers éléments synthétiques. De plus, de nombreux élèves ont recopié machinalement les erreurs, pourtant aberrantes, des sites internet ou sont allés trouver des informations sur des sites non scientifiques. Quelques exemples d'erreurs fréquemment rencontrées : Symbole : No → Nom de l'élément : Samarium ; Nombre d'éléments : 4 (d'après la définition faite par les philosophes grecs présocratiques : feu, terre, air, eau).

Il pourrait être pratique d'imposer aux élèves des documents et sites internet à partir desquelles ils pourraient tirer leurs informations. Toutefois, ce TD est aussi l'occasion pour les élèves d'aiguiser leur regard critique par rapport aux sources d'informations. Il serait également nécessaire de réduire le nombre d'éléments pour les trois groupes étudiés et de demander un compte-rendu manuscrit (cela évitera les « copier/coller » où les élèves ne lisent même pas leurs écrits).

## **4 Conclusion**

Les travaux présentés dans cet écrit réflexif s'inscrivent dans le cadre de la demande d'intégration de l'HST dans les programmes du Secondaire. Après la constitution d'un cadre théorique situant l'EHST dans les instructions officielles et évaluant l'utilité et les modalités de l'EHST dans l'éducation des sciences, des activités ont été élaborées et testées dans le contexte d'une classe de seconde générale (Lycée Emmanuel Mounier, Angers).

Il est difficile d'estimer l'impact de l'EHST de par le manque de recul sur notre pratique et de la courte durée de cette étude. Cependant un premier bilan peut être dressé.

Les activités proposées ont suscité un intérêt chez les élèves désireux d'enrichir leur culture scientifique. Il a également éveillé chez certains un sens de la critique (par rapport au fait de relativiser les modèles et théories). Enfin cela a amené des questions faisant des liens avec des sujets sortant du cadre des sciences physiques (historique, sociologique, médicale).

Toutefois, dans l'objectif d'introduire des notions difficiles et surmonter les obstacles didactiques qu'elles engendrent, les modalités de ce type d'activités pour des classes de seconde sont délicates à établir. Le cadre théorique a mis en valeur le caractère complexe de l'EHST [Palter, 1974] qui peut s'ajouter à la complexité des notions en elles-mêmes. Cela nécessite la mise en place d'activités riches en termes d'informations et longues en termes de durée (du moins supérieures à 1h30). Une alternative serait d'introduire l'HST de manière simplifiée (en se réduisant à des noms de scientifiques ou savants, dates, grandes découvertes, et des controverses) mais cela reviendrait à construire avec les élèves une représentation erronée de l'histoire des sciences comme il est couramment fait dans les manuels scolaires.

En conclusion, il convient de penser que l'HST a clairement sa place dans les séances mises en place en Seconde pour des notions simples et bien spécifiques du programme (exemples : *Démarche de Mendeleïev pour établir sa classification ; Savoir que certains matériaux proviennent de la nature et d'autres de la chimie de synthèse*), permettant d'attiser la curiosité des élèves, de les ouvrir à la démarche scientifique, d'aiguiser leur sens critique et de développer de nouvelles compétences grâce à l'interdisciplinarité que cela implique.



## 5 Annexe A – Énoncé de l'activité sur les conceptions des lois du mouvement

### Chapitre IV Le principe d'inertie.

#### TP n°4 Les théories sur le mouvement des corps

##### Objectifs :

- Savoir qu'une force s'exerçant sur un corps modifie la valeur de sa vitesse et/ou la direction de son mouvement
- Utiliser le principe d'inertie pour interpréter des mouvements simples en termes de forces.
- Réaliser et exploiter des enregistrements vidéo pour analyser des mouvements.

##### Introduction

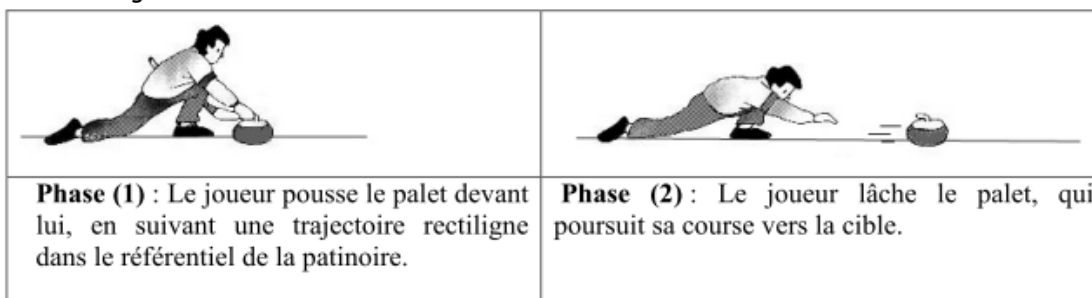
Depuis l'Antiquité, les philosophes et scientifiques ont débattu sur le mouvement des corps. Quel est en était la cause ? Voici deux théories qui ont émergé au cours de l'Histoire.

- 1) La théorie soutenue par Aristote (384-322 av. JC) : Un corps est en mouvement rectiligne uniforme (à vitesse constante) à condition qu'une force s'exerce sur lui, afin d'entretenir ce mouvement.
- 2) La théorie soutenue par Jean Buridan (1292-1363) : Un corps est en mouvement rectiligne grâce à une énergie appelée « impetus ». Cet impetus diminue à cause de la pénétration du corps dans l'air, et une fois épuisé, le corps s'arrête puis tombe.
- 3) La théorie soutenue par Isaac Newton (1643-1727) : Si les forces s'exerçant sur un corps se compensent (ou en absence de force), alors ce corps sera à l'état de repos (à l'arrêt) ou en mouvement rectiligne uniforme.

Le but de ce TP est d'étudier ces 3 théories et de trouver laquelle était la plus exacte.

##### I. Le curling

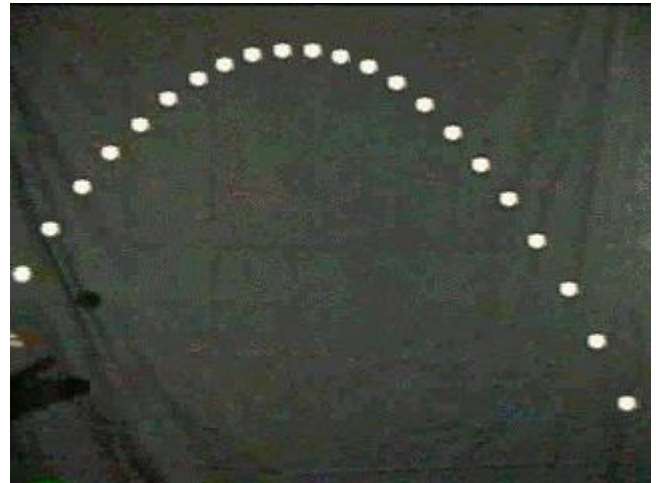
Le curling est un jeu d'équipe qui se pratique sur une piste de glace. Il consiste à faire glisser des "palets", dotées d'une poignée et pesant environ 20 kg. L'objectif est de faire en sorte qu'elles s'arrêtent le plus près possible de la cible dessinée sur la glace.



- Afin de simuler ce mouvement, nous allons réaliser la chronophotographie du centre d'un glaçon à l'aide du logiciel Avimeca. Pour cela, ouvrir le logiciel Avimeca dans le dossier « Physique-Chimie ». Puis aller dans « Fichier » → « Ouvrir un clip vidéo » → « Video-Physique » → « 2nd » → « Curling » → « glaçon ».
  1. Dans quel référentiel est étudié le mouvement du glaçon ?
  2. Quelle est la trajectoire du centre du glaçon dans ce référentiel ?
- Avec le curseur, cliquer sur le centre du glaçon pour chaque position filmée du mouvement. Puis comparer les distances parcourues par le centre du glaçon toutes les 40 ms.
  3. Que dire alors de la vitesse du centre du glaçon lors de son mouvement ?
  4. Quel est le mouvement du centre du glaçon dans le référentiel terrestre ?
  5. Quelles sont les forces qui s'exercent sur le glaçon dans les situations suivantes :
    - le glaçon est au repos ;
    - le glaçon glisse sur le plan horizontal (sans contact avec le joueur).

## II. Etude de la chute d'une balle

On se propose d'étudier le mouvement d'une balle dans le référentiel terrestre en étudiant sa chronophotographie. Sur un papier calque, dessiner un repère orthonormé en utilisant les bords de la photo comme axes puis marquer d'un point chaque position de la balle.



1. Quelle est la trajectoire de la balle dans ce référentiel ?
2. Que dire de la vitesse de la balle par rapport à l'axe des abscisses ?
3. Que dire de la vitesse de la balle par rapport à l'axe des ordonnées ?
4. Quelles sont les forces exercées sur la balle pendant son mouvement ?

## III. Etude expérimentale du mouvement d'une goutte.

### A. Description de l'expérience

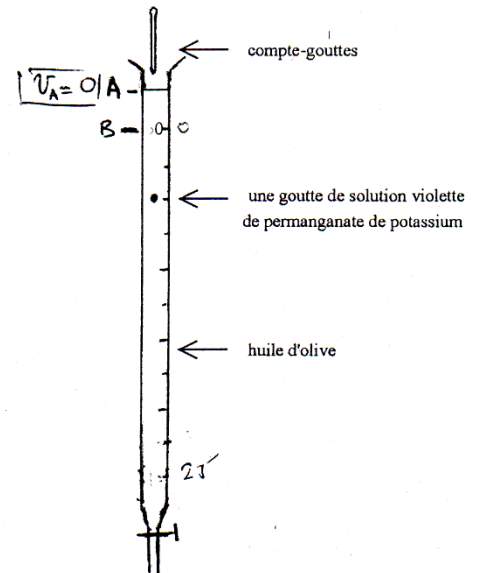
Une burette graduée de 25 mL est maintenue verticalement. Elle est graduée régulièrement de mL en mL. Elle est remplie d'huile.

Avec un compte-gouttes, on lâche, à la surface libre de l'huile une goutte de solution de permanganate de potassium.

### B. Réalisation de l'expérience et résultats

Quand la goutte passe devant la graduation « zéro », déclencher le chronomètre qui indique alors  $t_0 = 0$ .

Lire la durée de chute  $t$  quand la goutte passe devant les graduations indiquées dans le tableau. Le compléter.



Graduations	00	03	06	09	12	15	18	21	24
$t$ (s)									

Tracer, avec le logiciel Regressi, le graphe donnant la distance parcourue par la goutte en fonction du temps :  $h=f(t)$  entre les graduations 0 et 24 mL.

### C. Questions

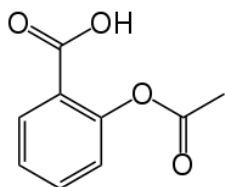
1. Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement de la goutte ?
2. Calculer la vitesse moyenne de la goutte lors de sa chute (en  $\text{cm.s}^{-1}$ ) ?
3. Calculer sa vitesse quand elle passe à la graduation « 15 » (utiliser les distances et les durées de chute entre les graduations qui encadrent celle considérée). Ainsi on calcule approximativement la vitesse instantanée de la goutte à la position « 15 ». Quelle est la nature du mouvement de la goutte ? Justifier.
4. Quelles sont les forces qui s'exercent sur la goutte ?
5. D'après ces deux études, laquelle des trois théories est la plus exacte ? Justifier.

## 6 Annexe B – Énoncé de l'activité sur l'histoire de l'aspirine

### Chapitre III Formules développées et semi-développées

#### Activité 1 L'aspirine

##### A) La petite histoire de l'aspirine



L'histoire de l'aspirine, ou **acide acétylsalicylique**, illustre la lente évolution qui a conduit l'Homme de l'utilisation empirique des plantes médicinales à l'identification des principes actifs correspondants puis à la conception et à la synthèse industrielle des médicaments.

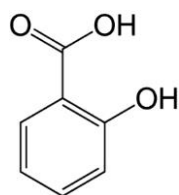
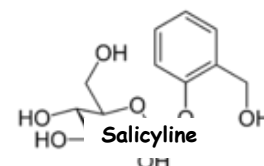
Acide acétylsalicylique

L'histoire de l'aspirine débute, il y a quatre millénaires, avec l'utilisation médicinale des feuilles de saule comme antidouleur par les Sumériens. On retrouve les traces de l'utilisation de décoction de feuilles de saule blanc dans un papyrus égyptien datant de 1550 av. J.C. Vers l'an 400 av. J.C., **Hippocrate** (-460,-377) préconisait une préparation à partir de l'écorce de saule blanc pour soulager les douleurs de l'accouchement et faire baisser la fièvre. Les Romains connaissaient aussi ses propriétés, le nom latin du saule est **salix**. L'utilisation empirique des feuilles et de l'écorce de saule pour soigner fièvres et douleurs se poursuit jusqu'au XIXe siècle.



Feuilles de saule blanc

En 1763, **Edward Stone** présente un mémoire devant la « Royal Medicine Society » sur l'utilisation thérapeutique de l'écorce du saule blanc contre la fièvre. En 1829, **Pierre-Joseph Leroux**, un pharmacien français, après avoir fait bouillir de la poudre d'écorce de saule blanc dans de l'eau, tente de concentrer sa préparation ; il en résulte des cristaux solubles qu'il baptise **salicyline** (de salix).



En 1835, le suisse **Karl Löwig** cristallisa un composé nommé « Spisäure » à partir d'un extrait de la reine des prés ou spirée. En 1839, le chimiste français **Jean-Baptiste Dumas** démontra que le « Spisäure » n'était autre que l'**acide salicylique**. En 1874, l'allemand **Hermann Kolbe** synthétisa l'acide salicylique et son sel de sodium (l'ion salicylate) ; ces deux produits s'avèrent efficaces pour combattre fièvres et douleurs, mais le premier provoquait des brûlures d'estomac, inconvénient que ne présentait pas le second.

Acide salicylique

C'est le chimiste allemand **Félix Hoffmann**, qui travaille pour l'entreprise BAYER, qui met au point la synthèse de l'acide acétylsalicylique. Son collègue pharmacologue **Arthur Eichengrün** avait, quant à lui, remarqué en premier ses propriétés antalgiques. Le 1er février 1899, la compagnie BAYER lança alors sur le marché son nouveau produit sous le nom commercial **Aspirin®**, qui possédait des propriétés comparables à l'acide salicylique sans présenter la même agressivité à l'égard des muqueuses stomacales. C'est seulement en 1971, que le médecin et pharmacologue britannique **John Vane** (prix Nobel de Médecine, 1982) élucide, en partie le mode d'action de l'aspirine. De nouvelles indications thérapeutiques sont alors proposées et testées avec succès : prévention et traitement de l'infarctus, des accidents cardio- et cérébro-vasculaires...



Aspirine produite par Bayer®  
Source: Bayer AG: Corporate History & Archives

Répondre aux questions suivantes à partir des informations fournies et de vos connaissances.

##### 1. Ecorce de saule

- Dans quel but thérapeutique utilisait-on, depuis au moins 3000 ans des préparations à base d'écorces ou de feuille de saule ?
- Quel est le « principe actif » de cette préparation ?

##### 2. Acide salicylique

- Cette substance est-elle une substance présente dans la nature ou fabriquée par synthèse ?
- Quelles sont les propriétés thérapeutiques et les inconvénients de cette substance ?

c) Y-a-t-il eu du point vu scientifique un réel progrès entre le travail de Löwig en 1835 et celui de Kolbe en 1874 ? Justifier.

**3. Aspirine**

a) Quelle est le « principe actif » de l'aspirine ?

b) Cette substance est-elle une substance que l'on trouve dans la nature ?

c) Quel est l'intérêt thérapeutique de cette substance par rapport aux deux précédentes ?

## 7 Annexe C – Énoncé du TD sur l'étymologie des éléments chimiques

### TD : Etymologie des éléments chimiques

En utilisant les sites internet appropriés, ainsi qu'un logiciel de traitement de textes pour le compte rendu, vous répondrez aux questions suivantes.

#### Questions préliminaires

- 1° Combien y a-t-il d'éléments connus aujourd'hui ?
- 2° Quel est le nombre d'éléments qui sont gazeux à température ambiante ? Et liquide ?
- 3° Quel est le nombre d'éléments naturels ?
- 4° Quel est le nombre d'éléments radioactifs ?
- 5° Le nombre d'éléments chimiques évolue-t-il avec le temps ? Justifier la réponse.

Voici trois groupes d'éléments chimiques.

- Groupe 1 : Ce, Np, Pd, Pu, Se, Te, U, He et Hg
- Groupe 2 : Cm, Es, Fm, Md, No et Lr.
- Groupe 3 : Po, Ge, Hf, Fr, Tm, Tb, Cu, Ru, Re, Ho et Lu.

Pour chaque groupe, vous construirez un tableau rassemblant les renseignements suivants :

- Groupe 1 : nom de l'élément, son symbole, son numéro atomique et son origine étymologique donc 4 colonnes.
- Groupe 2 : nom de l'élément, son symbole, son numéro atomique, la date de la découverte et son origine étymologique donc 5 colonnes.
- Groupe 3 : nom de l'élément, son symbole, son numéro atomique, lieu et date de la découverte et son origine étymologique donc 5 colonnes.

Expliquer sur quel(s) critère(s) ont été rassemblés les éléments dans les différents groupes.

Placer les éléments du groupe 3 sur la carte d'Europe du verso selon leur origine étymologique.

## 8 Bibliographie

DE VITTORI Thomas et LOEUILLE Hervé

2009 Former des enseignants à l'histoire des sciences : Analyse et enjeux d'une pratique en mathématiques. *Petit x*, Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques (Grenoble), 2009, p. 5-22

FAUQUE Danielle

2006 La "longue marche" d'un enseignement de l'histoire des sciences et des techniques. In « Histoire des sciences : formations et recherches en IUFM », *Tréma*, n°26, p. 34-47

GUEDJ Muriel, LAUBE S. et SAVATON Pierre

2007 Vers une didactique de l'histoire des sciences. *Actualité de la Recherche en Education et en Formation*, 2007, Strasbourg, p. 1-12

GOODAY Graeme, LYNCH John, WILSON Kenneth et BARSKY Constance

2008 Does Science Education Need the History of Science? *ISIS*, 2008, vol. 99, n°2, p. 322-330

*Instructions officielles* (principalement rédigées par DE HOSSON Cécile et FAUQUE Danielle)

2008a Ressources pour le cycle central en Physique-Chimie – Document principal

2008b Ressources pour le cycle central en Physique-Chimie – Annexes

2008c Ressources en Physique-Chimie, classe de Troisième – Document principal

2008d Ressources en Physique-Chimie, classe de Troisième – Annexes

Documents disponibles à l'adresse <[eduscol.education.fr/cid46456/ressources-pour-le-college.html](http://eduscol.education.fr/cid46456/ressources-pour-le-college.html)>

2011 Ressources pour la classe de Première – Série S

Disponible à l'adresse <[eduscol.education.fr/cid58043/ressources-pour-les-programmes-de-premiere.html](http://eduscol.education.fr/cid58043/ressources-pour-les-programmes-de-premiere.html)>

MASSON Steve et VAZQUEZ-ABAD Jesús

2006 Integrating History of Science in Science Education through Microworlds to Promote Conceptual Change. *Journal of Science Education and Technology*, oct. 2006, vol. 15, n°3, p. 257-268

PALTER Robert

1974 Philosophy of Science, History of Science, and Science Education. *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1974, vol. 1974, p. 313-321

TEISSIER Pierre

2014 « Analyse d'une controverse scientifique : Galvani, Volta et les autres, 1780-1840 », cours n° 4 de l'UEC4 – *Histoire des sciences physiques et chimiques* du Master d'Histoire des Sciences et Techniques de l'Université de Nantes, année universitaire 2014-2015.

## **Engagement de non-plagiat**

Je soussigné(e) \_\_\_\_\_,

étudiant(e) en MEEF EPD à l'ESPE de l'Université de Nantes :

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

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

Nantes, le \_\_\_\_\_

Signature :

## **Résumé**

Cet écrit traite de l'utilité et des modalités du recours à l'épistémologie et l'histoire des sciences et techniques dans des cours de Physique-Chimie du Secondaire. Un premier temps est consacré à la mise en évidence de ce qui est proposé dans les instructions officielles et à l'analyse d'articles de recherche en sciences de l'éducation traitant de ce sujet. Ensuite sont proposées des activités qui peuvent être mises en place en classe de Seconde dans le cadre du programme officiel, utilisant des aspects de l'histoire des sciences pour introduire des nouveaux contenus et concepts. Enfin, une analyse des séances durant lesquelles ont été utilisées ces activités est proposée, avec la description de leur déroulement ainsi que l'étude de productions d'élèves pour finalement proposer également quelques améliorations.

**Mots-clés :** Histoire des sciences, épistémologie, didactique, science de l'éducation, sciences physiques

## **Abstract**

This thesis deals with why and how we could integrate the epistemology and the history of sciences and techniques in sessions of Physics and Chemistry in secondary school. First of all, we present what can be found in the official instructions (for France) and what emerge from articles of education sciences. Then we suggest some activities that can be set up in classes of "Seconde" (equivalent of the tenth grade) using epistemology and history of sciences for the introduction of new contents. Finally, we analyze the works done by the students and the way the sessions took place in order to sort out the positive and negative points of the activities and upgrade the activities.

**Key-words:** History of Sciences, epistemology, didactic, education sciences, physical science