UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES : UN OUTIL POUR L'HUMANISATION DES MATHÉMATIQUES AU SECONDAIRE

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN MATHÉMATIQUES,
CONCENTRATION EN DIDACTIQUE
DES MATHÉMATIQUES

PAR

ISABELLE FREDETTE

20 DÉCEMBRE 2010

REMERCIEMENTS

Nous voulons remercier M Louis Charbonneau, professeur à l'Université du Québec à Montréal, pour son support, son aide et sa disponibilité tout au long de la rédaction de ce mémoire. Nous tenons aussi à remercier Mme Isabelle Girard, enseignante à l'école secondaire A. N. Morin de Sainte-Adèle. Elle a gracieusement accepté de nous accueillir dans sa classe pour l'expérimentation.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES vi
LISTE DES TABLEAUX vi
RÉSUMÉ vii
INTRODUCTION 1
CHAPITRE I 4
PROBLÉMATIQUE 4
1.1 Histoire et enseignement : quelques articles 4
1.2 Pour des mathématiques humanisées 15
1.2.1 La place particulière des mathématiques parmi les disciplines scolaires 15
1.2.2 Humanisation des mathématiques 18
1.3 Questions de recherche 23
CHAPITRE II 25
DESIGN DE L'EXPÉRIMENTATION 25
2.1 Nature de l'expérimentation 25
2.1.1 Réalisations antérieures et discussion quant au type d'activité intégrée à l'expérimentation 26
2.1.2 Contraintes liées à notre enseignement 27
2.2 Choix des textes 30
2.3 Évaluation des textes choisis 33
2.3.2 Texte d'Hérigone 36
2.3.3 Texte de Houël 38
2.3.4 Ordre des textes 39
2.4 Présentation historique .....

2.6.2 Questions en lien avec le texte d'Hérigone 46
2.6.3 Questions en lien avec le texte d'Euclide 48
2.7 Questionnaire de comparaison des trois textes en lien direct avec la question de recherche 50
2.8 Structure finale de l'expérimentation 52
2.9 Expérimentation préalable 54
2.9.1 Expérimentation préalable dans le groupe MAT536-31 55
2.9.2 Expérimentation préalable dans le groupe MAT536-32 57
2.9.3 Analyse des résultats de l'expérimentation préalable en lien avec les questions de recherche 59
2.10 Améliorations à l'activité 62
CHAPITRE III 65
ANALYSE DES RÉSULTATS 65
3.1 Déroulement de l'expérimentation 65
3.1.1 Caractéristiques du groupe 65
3.1.2 Contexte d'expérimentation 66
3.1.3 Déroulement de l'activité 66
3.2 Analyse des résultats 70
3.2.1 Analyse par question 71
3.2.2 Analyse de la question demandant ce que les élèves ont retenu de chaque mathématicien 79
3.2.3 Analyse par combinaison de questions 80
3.2.4 Deux types d'élèves 84
3.3 Conclusions relatives aux questions de recherche 93
CONCLUSION 98
BIBLIOGRAPHIE 104
APPENDICE A 109
DOCUMENTS REMIS AUX ÉLÈVES 109

APPENDICE B 129
PRÉSENTATION POWERPOINT : PROPOSITION 5 129
APPENDICE C 134
TABLEAU DE COMPILATION : RÉPONSES DES ÉLÈVES AU
QUESTIONNAIRE: COMPARAISON DES TROIS TEXTES 134

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	Problème extrait de Regards Mathématiques 416	20
2.1	Démonstration d'Euclide	33
2.2	Démonstration d'Euclide améliorée pour les élèves	34
2.3	Démonstration d'Hérigone	36
2.4	Démonstration de Houël	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux		Page
2.1	Déroulement de l'activité en lien avec le texte de Houël	53
2.2	Déroulement de l'activité en lien avec le texte d'Hérigone	53
2.3	Déroulement de l'activité en lien avec le texte d'Euclide	54
3.1	Réponses à la question « Qu'avez-vous retenu de ce qui a été dit sur ... »	79
3.2	Analyse des questions 5 et 6 selon les réponses à la question 3	80
3.3	Réponses des élèves à la question 6 selon leur réponse à la question 5	82
3.4	Analyse des questions 3, 5 et 6 selon le texte préféré	83
3.5	Réponses des élèves du type I	86
3.6	Réponses des élèves du type II	87
3.7	Texte préféré des élèves du type I et II	88
3.8	Les deux types d'élèves et l'utilisation des textes anciens	89
3.9	Les deux types d'élèves et l'appréciation de la façon de faire	90
3.10	Les deux types d'élèves et leur intérêt à entendre parler des mathématiciens	91

RÉSUMÉ

Dans ce mémoire, nous tentons de déterminer si l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement a la capacité d'humaniser les mathématiques au secondaire. Tout au long de ce mémoire, la préoccupation enseignante est présente. Elle guide plusieurs décisions prises lors de la création et de la réalisation de l'activité. Nous avons créé une activité pour des élèves suivant le cours Mathématique 536. Nous avons expérimenté cette activité dans une classe d'une vingtaine d'élèves. L'activité utilise des textes anciens. Elle porte sur les démonstrations. L'objectif pédagogique est de montrer qu'il y a plusieurs façons de faire. Un questionnaire, plutôt axé sur les mathématiques et portant sur les textes, guide les élèves dans une analyse de ces textes. Un second questionnaire nous permet de collecter des données pour répondre à nos questions. Nous constatons que les textes anciens suscitent la curiosité des élèves. De plus, les élèves trouvent ce type d'activité moins intéressant que ce qu'ils font ordinairement en classe. Cependant, la majorité de ces élèves aimeraient entendre parler davantage des mathématiciens du passé. L'analyse nous a permis de déterminer deux types d'élèves en regard des réponses qu'ils ont données au second questionnaire. À travers leurs réponses, les élèves indiquent des indices d'humanisation, mais aussi des informations sur la perception qu'ils ont des mathématiques. Nous constatons que l'utilisation des textes anciens humanise les mathématiques. Nous ne pouvons déterminer de façon précise les éléments de l'histoire des mathématiques qui intéressent les élèves. Cependant, nous avons pu déterminer deux types d'informations qui ont particulièrement intéressés les élèves lors de l'activité. Une réflexion sur le processus de création et de réalisation de l'activité a permis de garder à l'esprit la préoccupation enseignante. Nous avons constaté qu'il serait difficile pour un enseignant de créer de telles activités. Bien que les activités à caractère historique semblent bénéfiques pour l'enseignement des mathématiques, les enseignants n'ont pas suffisamment de connaissances historiques et de temps pour les créer. Finalement, l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des mathématiques semble propice à l'humanisation des mathématiques.

Mots-clés : humanisation, textes anciens, enseignement des mathématiques au secondaire, démonstration

INTRODUCTION

J'ai commencé ma maîtrise à l'automne 2004. Le premier cours qui se donnait cette année-là pour les étudiants de la concentration didactique était *Histoire des mathématiques*. Dans les autres cours, j'ai eu l'opportunité de discuter de didactique. En tant qu'enseignants, nous n'avons pas vraiment le temps de nous asseoir et d'en discuter. Mon intérêt pour l'histoire ne s'est jamais démenti malgré toutes les facettes de la recherche que j'ai pu découvrir. Lors du cours *Initiation à la recherche*, il était naturel pour moi de construire un projet qui allait lier l'enseignement au secondaire et l'histoire des mathématiques. J'ai donc bâti une activité qui portait sur la trigonométrie. Le choix du sujet était en lien avec mon enseignement. C'est un sujet que j'abordais avec mes élèves de Mathématique 536. Mon objectif était de voir si l'histoire des mathématiques motiverait les élèves et donnerait un côté plus humain aux mathématiques. L'activité portait sur les tables de cordes de Ptolémée. La corde étant le précurseur de la notion de sinus, je voulais montrer aux élèves l'origine de cette notion. Ce fut une expérience enrichissante. Lorsque le temps fut venu de faire des choix pour la rédaction de ce mémoire, j'ai eu envie de poursuivre dans la même veine.

L'idée d'utiliser l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques (au niveau secondaire) n'est pas nouvelle. On en entend régulièrement parler. Les enseignants, de façon générale, ne sont pas tentés par cette idée. Plusieurs raisons justifient ce manque d'intérêt ou d'enthousiasme. D'abord, les enseignants ont de la difficulté à terminer leur programme. Ils considèrent qu'ils n'auront pas le temps de faire en plus de l'histoire des mathématiques. Il y a aussi le temps nécessaire pour préparer les activités, à travers toute la planification, la correction et l'encadrement des élèves. C'est une planification supplémentaire qui demande plus de travail, plus de recherche que de préparer un cours traditionnel. La formation des enseignants en histoire des mathématiques est très limitée. Si on veut utiliser l'histoire des mathématiques, il faut donc se renseigner. Ce n'est pas intéressant pour les enseignants. Ils ne se sentent pas compétents. Un enseignant qui ne se sent pas compétent avec un sujet ne sera pas porté à lui accorder de l'importance. Un troisième aspect de cette réticence est le manque de matériel. Cet aspect est en lien avec le manque de temps. Il faut faire des recherches pour créer le matériel à utiliser avec l'histoire. Cela peut demander aussi de traduire des textes. Il y a peu de matériel didactique qui utilise l'histoire, bien que le renouveau pédagogique prône une telle utilisation. Les enseignants ne sentent pas vraiment l'importance de cette orientation. Ils n'ont pas de matériel pour prendre facilement cette avenue. Nous comprenons ces problèmes, nous les vivons. Il est aussi possible de se demander : et les élèves dans tout cela? Est-ce qu'ils seront intéressés? Est-ce que je serai capable de les rejoindre? Nous essayons d'utiliser l'histoire des mathématiques dans notre enseignement. Cela reste à un niveau très superficiel, nous l'admettons. Nous croyons qu'avec le temps nous parviendrons à faire des activités pertinentes et motivantes pour les élèves. Aussi, nous nous sommes demandées si l'histoire des mathématiques bien utilisée ne serait pas utile en enseignement au secondaire. Qu'est-ce que l'histoire des mathématiques peut apporter à l'enseignement d'une notion?

Un élément important pour moi dans la rédaction de ce mémoire est de garder à l'esprit le quotidien de l'enseignant. Il est fréquent dans une carrière d'enseignant de se rendre compte que les belles idées de l'université ne sont pas toujours applicables dans une classe de 34 élèves. La réalité nous a souvent semblé très différente de ce que nous avions entendu dire lors de notre formation. Nous étions un peu désillusionnées. Cette recherche nous permet de nous réajuster. Est-ce si difficile de rattacher des principes pleins de valeurs à un enseignement réel au secondaire? Tout au long de ce mémoire, nos préoccupations d'enseignante sont présentes. Elles teinteront plusieurs choix. Nous voudrions nous convaincre que l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques au secondaire a sa place. Nous en comprenons l'importance, mais son application nous semble difficilement réalisable dans les conditions actuelles.

Après quelques lectures liées à l'utilisation de l'histoire des mathématiques, nous avons choisi de créer une activité qui utiliserait l'histoire des mathématiques. Nous expérimenterons d'abord notre activité avec les élèves des groupes MAT536-31 et MAT536-32. Nous aurons alors une idée de ce que l'activité apportera aux élèves et à l'enseignante. Cela nous permettra aussi d'améliorer certains aspects de celle-ci au besoin.

Le premier chapitre présente la problématique. Nous y faisons le résumé de deux articles traitant de l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques. Dans ce premier chapitre, nous discutons de l'humanisation des mathématiques. Une autre discussion porte sur la place particulière des mathématiques parmi les disciplines scolaires. Nous y constatons un malaise. Finalement, ce premier chapitre se termine avec nos questions de recherche. Le deuxième chapitre présente l'élaboration de l'expérimentation. Toutes les facettes de l'activité y sont discutées. Ainsi, les discussions de ce chapitre permettront de prendre des décisions quant au type d'activité et ses différentes étapes. Nous avons eu la chance de faire une expérimentation préalable. Elle y est décrite. Cette expérimentation préalable permettra d'améliorer l'activité pour l'expérimentation finale. Le troisième chapitre consiste en l'analyse des résultats de l'expérimentation. Nous y présentons d'abord le déroulement de l'expérimentation. Par la suite, l'analyse des résultats mènera à la mise en évidence de différents types d'élèves en regard de leur réaction à cette activité intégrant une composante historique. En conclusion de ce chapitre, nous verrons comment la réalisation de l'expérimentation répond aux questions de recherche.

Nous terminerons notre mémoire par une conclusion générale qui reprendra les éléments importants de l'expérimentation, ainsi que les principaux résultats obtenus en regard de nos questions de recherche.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

Le chapitre se divise en trois sections. La première section présente le résumé de quelques textes portant sur plusieurs aspects de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des mathématiques. Dans la deuxième section, nous définissons ce que signifie *humaniser les mathématiques*. Nous y abordons aussi la place particulière des mathématiques dans l'ensemble des matières scolaires de niveau secondaire. Finalement, la troisième section présente les questions de recherche.

1.1 Histoire et enseignement : quelques articles

Dans cette section, nous résumons deux articles. Étant donné que les articles traitent de plusieurs aspects de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des mathématiques, nous avons fait le résumé complet des articles. Le premier article, *Integrating History of Mathematics in the Classroom : an Analytic Survey*, provient d'une étude de l'International Commission on Mathematical Instruction (ICMI). Cet article est de Constantinos Tzanakis et Abraham Arcavi. Le second article est *"A Historical Angle", a Survey of Recent Literature on the Use and the Value of History in Geometrical Education,* de Iris Gulikers et Klaske Blom.

Integrating History of Mathematics in the Classroom : an Analytic Survey
Tzanakis et Arcavi (2000)

Pour les besoins du résumé, nous n'avons pas nécessairement fait les mêmes divisions (sous-titres) que celles de l'article.

Particularités des mathématiques

Les mathématiques sont souvent considérées comme une accumulation de théorèmes, d'axiomes et de démonstrations. Les mathématiques sont habituellement présentées comme un produit fini et pur. En ce sens, on croit que la logique est suffisante pour comprendre les mathématiques. Cependant, une connaissance mathématique est aussi déterminée par le chemin qui mène à sa forme achevée. Ce chemin est donc indispensable à la compréhension de la notion en question. Cela demande d'utiliser une démarche heuristique, de faire des erreurs, d'avoir des doutes et de fausses conceptions, de rencontrer des difficultés. L'apprentissage des mathématiques n'est pas que l'accumulation de théorèmes, la compréhension et l'habileté à jouer avec les symboles et la syntaxe. Les motivations et le processus de réflexion sous-jacents aux mathématiques en font aussi partie. Par le fait même, enseigner les mathématiques demande de donner l'opportunité aux apprenants de faire des mathématiques en ce sens. L'utilisation de l'histoire des mathématiques semble être un outil approprié pour ce genre de travail.

Intégration de l'histoire des mathématiques : réticences des enseignants

Cela fait longtemps que l'on a pensé à intégrer l'histoire des mathématiques à l'enseignement des mathématiques. Cependant, plusieurs obstacles et difficultés se présentent. Ils sont de deux ordres : philosophique et pratique. Un premier argument, d'ordre philosophique, est que l'histoire des mathématiques ne relève pas des mathématiques. Il faut alors faire deux enseignements différents. L'histoire peut aussi apporter plus de difficultés en mêlant les élèves. De plus, certains élèves n'aiment pas l'histoire. Ils n'aimeront pas plus l'histoire des mathématiques. Le dernier argument d'ordre philosophique est que faire des progrès en mathématiques consiste à parvenir à établir une routine de résolution. Le fait de regarder les démarches du passé, faites d'erreurs et d'hésitations, ne constitue donc pas un progrès. Quant aux arguments d'ordre pratique, ils consistent surtout en des manques : manque de temps, manque de ressources, manque d'expertise. Les enseignants ne se sentent pas compétents, pas assez confiants.

Utilisation de l'histoire dans l'enseignement : cinq éléments pour supporter l'idée

Toujours selon Tzanakis et Arcavi (2000), les arguments en faveur de l'utilisation de l'histoire des mathématiques se regroupent en cinq idées générales : 1- l'apprentissage des mathématiques, 2- le développement de la façon de voir les mathématiques, 3- le bagage didactique et le répertoire pédagogique des enseignants, 4- les prédispositions affectives face aux mathématiques et 5- l'appréciation de l'effort humain et culturel. Les points 4 et 5 constituent ce que nous pourrions appeler l'humanisation des mathématiques. Nous les traiterons donc ensemble.

1- Utiliser l'histoire des mathématiques pour apprendre

L'histoire des mathématiques permet d'apprendre les mathématiques. Une première idée est d'utiliser l'histoire des mathématiques pour présenter le développement d'une notion. Les mathématiques sont présentées de façon moderne, épurée du long processus de création, des motivations qui ont mené au développement de la notion en question. Les chemins ne sont pas présentés quand on expose la forme moderne d'un concept ou d'une notion. Au final, on n'entrevoit pas les questions, les doutes, les erreurs que les mathématiciens ont vécus. Pourtant, ce cheminement a permis le développement du sujet, il pourrait donc en aider l'apprentissage. L'histoire des mathématiques permet de retrouver ces éléments. Cela ne signifie pas qu'il n'y a qu'une seule façon d'enseigner un sujet ou que l'on doive réutiliser ce chemin. Les enseignants pourraient s'en inspirer. De plus, l'histoire des mathématiques constitue une grande banque de problèmes ou de questions qui sont pertinents tant par leur contenu que par leur motivation en lien avec le sujet. Ces problèmes peuvent éveiller l'intérêt des élèves et être plus intéressants et pertinents que des exercices. L'histoire des mathématiques est aussi un bon moyen de faire des liens entre les différents champs de la mathématique, mais aussi avec les autres domaines de formation. Finalement, le recours à l'histoire des mathématiques permet aux élèves de développer d'autres habitudes et habiletés : lecture, écriture, discussion, recherche de documentation, analyse. Il offre aussi l'opportunité de parler des mathématiques.

2- Utiliser l'histoire des mathématiques pour développer la façon de voir les mathématiques

L'histoire des mathématiques permet de développer, de nuancer et d'enrichir la façon de voir les mathématiques et l'activité mathématique. En utilisant des problèmes ou des questions importants dans l'histoire des mathématiques, les élèves voient que les erreurs, les doutes, les incertitudes, l'intuition, les chemins alternatifs, les avenues sans solution font partie de l'activité mathématique. Ils réalisent que même les grands mathématiciens y ont été confrontés. L'histoire des mathématiques permet aussi de voir l'évolution de la forme des mathématiques. En observant le langage mathématique, la notation, le symbolisme d'une période historique, on peut évaluer les avantages et les désavantages de nos notations modernes. Les élèves peuvent aussi constater le rôle de la visualisation et de l'intuition dans le passé.

3- Utiliser l'histoire des mathématiques pour la didactique des mathématiques

En utilisant l'histoire des mathématiques, les enseignants peuvent améliorer leur bagage didactique sur un sujet. L'histoire des mathématiques permet d'identifier la source de l'émergence d'un nouveau concept. Elle permet aussi d'être attentif aux difficultés qui ont été rencontrées lors du développement du concept et qui sont susceptibles d'être rencontrées par les élèves. Plusieurs auteurs cites par Tzanakis et Arcavi abondent en ce sens. Arcavi (1991) est d'avis que l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des mathématiques est avantageux : « Another potential benefit of using history of mathematics lies in sensitizing the teacher to possible difficulties of student's understanding; it may indeed yield clues on how to respond and help the student over them. »[1] (p. 11) Tzanakis et Arcavi expliquent que l'histoire fournit des informations quant à l'évolution des standards de rigueur. Ainsi une démarche que l'on juge aujourd'hui mathématiquement non rigoureuse l'était peut être il y a deux siècles. Les enseignants peuvent porter une attention à l'avancement graduel d'un sujet, même si celui-ci semble simple. L'étude de problèmes importants dans l'histoire des mathématiques permet de découvrir le processus créatif sous-jacent à l'activité mathématique. De plus, cette étude de l'histoire des mathématiques permet aux enseignants de varier les approches pédagogiques, d'ajouter des explications et des exemples à leur bagage didactique. Finalement, cela permet, tant aux enseignants qu'aux élèves, d'être sensible et ouvert face aux moyens non conventionnels.

4 et 5- Utiliser l'histoire des mathématiques pour humaniser les mathématiques

L'histoire des mathématiques permet aussi de découvrir l'aspect humain des mathématiques. Il faut un gros effort intellectuel pour développer les mathématiques. Elles ne viennent pas du ciel. La persévérance est une qualité à découvrir auprès des mathématiciens, comme à développer en faisant des mathématiques. Les mathématiciens ne se sont pas découragés devant les obstacles qu'ils ont rencontrés.

Les mathématiques sont le fruit d'un processus intellectuel humain. Elles sont liées aux autres sciences, cultures et sociétés. Les mathématiques ne sont pas que modernes et occidentales. À travers l'histoire des mathématiques, on apprend que les mathématiques ne se sont pas toujours développées dans un but utilitaire. Des objectifs d'esthétisme, de curiosité intellectuelle, de défi ou tout simplement de plaisir ont permis le développement des mathématiques. Ce dernier a aussi été

[1] Traduction libre : Un autre avantage potentiel de l'utilisation de l'histoire des mathématiques réside dans la sensibilisation des enseignants aux possibles difficultés de compréhension des élèves. Cela peut en effet donner des pistes sur la façon de répondre et aider les élèves.

influencé par des facteurs sociaux et culturels. Finalement, l'histoire des mathématiques permet de voir différentes cultures qui ont à leur façon fait progresser les mathématiques.

Buts visés par l'appel à l'histoire des mathématiques et les moyens pour les atteindre

Selon Tzanakis et Arcavi (2000), on peut faire intervenir l'histoire des mathématiques de différentes façons, avec des objectifs et des moyens qui peuvent varier :

a- apprendre l'histoire à l'aide d'informations historiques;
b- apprendre un sujet mathématique en suivant une approche inspirée par l'histoire;
c- développer une conscience du contexte socioculturel.

a- Apprendre l'histoire

Il est possible d'utiliser seulement des informations historiques, telles que des anecdotes, des dates, des événements. Bien que ce soit de l'histoire des mathématiques, ces informations n'ont pas vraiment d'influence sur l'enseignement des mathématiques. Ce sont toutes les petites tranches d'histoire que l'on retrouve dans les manuels, plus ou moins clairement identifiées par la couleur, l'emplacement. Ces petites bulles peuvent être à caractère plus ou moins mathématique ou historique. Ces capsules invitent parfois les apprenants à effectuer une tâche mathématique en lien avec l'information historique. Leur contenu peut être informatif ou plus conceptuel. Cela peut aussi être des activités déjà construites sur un sujet en particulier. Par exemple, une séquence d'activités sur le théorème de Pythagore présente 7 preuves de ce théorème selon différentes cultures, méthodes. Un autre aspect est de se familiariser avec les grands problèmes de l'histoire des mathématiques. Lorsque les élèves font des pièces de théâtre présentant une époque ou un mathématicien, ils utilisent des informations historiques. Finalement, l'utilisation du Web permet d'être en contact avec beaucoup d'informations historiques.

b- Apprendre un sujet mathématique

Étant donné qu'une connaissance se développe pour répondre à un besoin, il faut connaître les éléments qui historiquement ont mené à son développement. On ne pense pas à une approche génétique pure, mais on peut s'inspirer des démarches qui ont permis d'identifier ce besoin et de construire la « connaissance-outil » qui permet d'y répondre. L'histoire des mathématiques permet de développer des approches inspirées de l'histoire des mathématiques. Une telle perspective historique permet une compréhension plus globale et plus profonde. Voici une structure possible : dans un premier temps, l'enseignant devrait avoir une base historique sur le sujet enseigné. Il pourrait alors identifier les principales étapes de l'évolution du sujet (questionnements, idées importantes, problèmes). L'enseignant peut alors s'inspirer de cette évolution pour moduler une séquence d'enseignement. Cette façon de faire serait profitable aux enseignants et aux élèves qui auraient la chance d'utiliser des sources primaires et secondaires historiques. À travers cette démarche, l'enseignant identifie les difficultés liées au sujet et les obstacles possibles liés à son apprentissage. Il peut alors sélectionner des exercices ou des problèmes qui sauront attirer l'attention des élèves et qui leur révèleront la nécessité de l'étude de ce sujet. La reconstruction de la séquence peut utiliser l'histoire de façon implicite ou explicite. Une séquence qui utiliserait l'histoire des mathématiques de façon explicite pourrait présenter les principaux événements qui ont permis l'évolution ainsi que les étapes importantes du progrès mathématique lors d'une période précise. Une utilisation implicite de l'histoire des mathématiques ne respecte pas nécessairement l'ordre chronologique des événements. On s'attarde plutôt au développement historique de l'étape présente en lien avec la structure logique du sujet. L'importance est mise sur les nouveaux chemins, les raccourcis. L'utilisation de différents problèmes historiques est un exemple de cette utilisation. Cela permet de prendre en considération les erreurs, les conceptions alternatives, les changements de perspectives qui ont permis aux mathématiques d'évoluer. Finalement, la banque ou la séquence de problèmes déterminée permet à l'élève de construire le résultat auquel il devrait arriver. La construction de la connaissance se fait par des problèmes intéressants et non des problèmes vides de sens. Cela peut se faire par le moyen de feuilles de travail plus ou moins élaborées. Ce peut être des exercices ordonnés ou une démarche guidant la construction d'une nouvelle connaissance.

Cette approche présente certains avantages. D'abord la reconstruction avec les problèmes historiques permet aux élèves de comprendre, de connaître ce qui a motivé l'évolution du sujet étudié. Puis, cette petite avancée dans l'histoire encourage l'enseignant et les élèves à compléter eux-mêmes la recherche. En découvrant les motivations, on voit forcément que les mathématiques sont en lien avec d'autres domaines. On découvre même des relations entre différents champs mathématiques. La solution de certains problèmes peut devenir une partie importante de la compréhension complète du sujet et donc, faire partie de l'enseignement. L'approche permet aussi de prendre acte des différentes façons d'enseigner selon les besoins de la classe. Ainsi, les élèves préférant l'action seront satisfaits. De même, les élèves intéressés par l'histoire se sentiront aussi concernés. Les élèves qui préfèrent des activités, des problèmes concrets ne seront pas en reste. L'étude historique permet la comparaison des mathématiques modernes avec leur forme du passé (notation, symbolisme, terminologie). Cela peut être bénéfique pour les élèves.

c- Développer une conscience du contexte socioculturel

L'histoire des mathématiques permet de prendre conscience des composantes intrinsèques de l'activité mathématique : rôle des questions, cadre conceptuel qui a amené le développement d'un domaine mathématique. Les mathématiques sont évolutives. Le contenu, la notation, le langage et les méthodes évoluent constamment. Le doute, les paradoxes, les contradictions, les intuitions font partie du processus de développement des nouvelles mathématiques. L'histoire permet aussi de constater qu'il y a des composantes extrinsèques de l'activité mathématique. Les mathématiques semblent souvent déconnectées de tout ce qui est culturel ou social. Dans les faits, il en va tout autrement. Certains aspects des mathématiques sont liés à la philosophie, aux arts, aux autres sciences, mais aussi aux sciences humaines. Le milieu social et culturel a influencé le développement des mathématiques. Les mathématiques font partie de l'héritage culturel et des pratiques des différentes civilisations. Les projets de recherche sur des textes historiques, l'étude des erreurs, des changements de perspective, des grands problèmes historiques, l'étude des instruments astronomiques ou mathématiques, les activités mathématiques expérimentales et les expériences ou sorties à l'extérieur de la classe sont autant de moyens mettant en évidence cet aspect.

Treize types d'activités historiques

Tzanakis et Arcavi (2000) proposent une série de 13 idées d'utilisation de l'histoire des mathématiques en classe. Bien que certaines catégories pourraient être regroupées, nous garderons ces 13 idées

1. Il y a les capsules historiques. Ce sont des fragments, des faits isolés plus ou moins centrés sur les mathématiques. Ils peuvent être insérés de différentes façons dans les manuels scolaires. Ces apartés peuvent avoir différents objectifs : attirer l'attention sur l'histoire, proposer un exercice[2], viser une difficulté conceptuelle.
2. Un deuxième type d'intégration est la recherche sur un texte historique. La recherche plus ou moins développée peut traiter du contexte historique associé à l'époque du texte, de l'aspect philosophique, du rôle social des mathématiques. Ce type d'activités permet de constater le côté humain des mathématiques.
3. Une troisième façon est d'utiliser les sources primaires, c'est-à-dire les textes originaux.
4. L'utilisation de feuilles de travail est une quatrième avenue. Les feuilles de travail peuvent prendre différentes formes. Ce peut être une collection d'exercices choisis et ordonnés dans le but

---

[2] Par exemple, une capsule portant sur le système de numération égyptien inviterait les élèves à écrire quelques nombres en symboles égyptiens.

de consolider une méthode. Une autre forme est de proposer l'acquisition d'une connaissance par une démarche guidée et structurée avec des questions. Cette forme permet d'introduire un nouveau sujet ou amorcer une discussion. La feuille de travail peut contenir des extraits de textes originaux, des informations historiques sur le contexte, des questions pour comprendre ou amorcer une discussion. On peut demander aux élèves de faire des critiques des extraits.

5. Une cinquième façon est l'utilisation de séquences déjà montées. C'est le regroupement de matériel exclusif à un petit sujet (anciens systèmes numériques, Pythagore); un peu comme une séquence d'enseignement. Le rôle de l'enseignant est de présenter, de guider les discussions et de susciter des questions. Ces séquences contiennent des présentations de l'origine d'un concept, des textes originaux, de différentes méthodes. L'utilisation de l'histoire permet de prendre connaissance du rôle constructif des erreurs (calcul de l'aire d'un triangle en Égypte, calcul de l'aire et du périmètre de l'ellipse par approximations rectangulaires), de conceptions alternatives (développement des fonctions), des changements de perspectives (analytique versus synthétique : en géométrie et avec les coniques) et des arguments intuitifs.
6. Le développement des mathématiques a posé des problèmes qui sont devenus fameux. Il y a les problèmes sans solution qui ont permis de développer certains champs mathématiques. On retrouve aussi des problèmes non résolus ou difficilement résolus (Fermat), des problèmes dont la résolution peut prendre différentes formes, suscitées la créativité (Pythagore, les sphères de Dandelin).
7. Il y a aussi les problèmes qui ont été la source du développement de domaines entiers (théorème des nombres premiers, théorie des nombres). Finalement, on distingue aussi les problèmes récréatifs.
8. Une huitième méthode est la familiarisation avec des instruments mécaniques. Par exemple; Descartes a créé un outil qui permet de trouver la moyenne géométrique de deux longueurs. Les élèves doivent découvrir le fonctionnement et les mathématiques derrière l'instrument.
9. Des activités mathématiques expérimentales sont une autre possibilité. En utilisant un questionnement, les élèves sont amenés à réfléchir et à discuter en petits ou grands groupes. Le point de départ peut être le jeu.
10. Une autre façon est de faire faire des pièces de théâtre aux élèves sur la vie d'un mathématicien ou sur d'autres événements en lien avec l'histoire des mathématiques.
11. On peut présenter des films ou d'autres moyens visuels (posters, reproduction de textes originaux, ligne du temps).
12. Une douzième façon est les sorties ou les expériences à l'extérieur. Par exemple, certains instruments de navigation ou d'arpentage mettent en jeu des notions de trigonométrie. Il est alors

possible de faire des expériences à l'extérieur de la classe ou même dans la cour d'école. Certains musées présentent parfois des expositions en lien avec un sujet mathématique. Il pourrait alors être intéressant d'y amener les élèves.

13. Finalement, Internet est une source d'information et de communication incroyable. Il permet d'avoir accès à des notes de cours, à des forums. Certains cours sont développés autour de cet outil.

"A Historical Angle", a Survey of Recent Literature on the Use and the Value of History in Geometrical Education

Gulikers et Blom (2001)

L'utilisation de l'histoire dans l'enseignement est de plus en plus répandue. Au cours de la dernière décennie, plusieurs recherches ont été faites sur l'utilisation et l'importance de l'histoire dans l'enseignement des mathématiques. Le point culminant en est l'étude de l'International Commission on Mathematics Instruction (ICMI). Fauvel et Van Maanen ont publié en 2000 le rapport *History in Mathematics Education : the ICMI Study.* Deux études (Fraser et Koop (1978) et Philippou et Christou (1998)) démontrent que les enseignants sont de plus en plus intéressés par l'histoire des mathématiques. De plus, plusieurs groupes de recherche (en Italie, en France, au Danemark, au Pays-Bas) s'attardent à ce sujet. Les idées proposées dans l'article sont accompagnées de références d'articles écrits depuis les années 70. La première partie porte sur les raisons de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement. La deuxième partie présente des façons d'utiliser l'histoire dans l'enseignement. La troisième partie propose une liste d'exemples de l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement de la géométrie.

Les arguments en faveur de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement sont de trois ordres : conceptuel, culturel et de motivation. Les auteurs présentent les arguments en regard des enseignants et en regard des élèves pour chacun des ordres.

Arguments d'ordre conceptuel

L'histoire enrichit le bagage didactique des enseignants. Cet enrichissement se produit de différentes façons. En suivant le parcours d'un concept mathématique, il est possible de reproduire les mêmes étapes de l'apprentissage de ce concept. C'est le principe de l'ontogenèse qui récapitule la phylogenèse. Ce dernier principe est emprunté à la biologie et signifie que le développement d'un individu répète celui de son espèce. Parallèlement, l'enseignement d'un concept mathématique devrait reproduire toutes les étapes de son développement (Schubring (1977))[3]. Byers (1982) et Scheid (1993) ne croient pas que l'on doive suivre ce principe à la lettre. La connaissance de l'histoire d'un concept mathématique permet de faire un parallèle entre les difficultés vécues par les mathématiciens et celles des élèves (Rogers (1997)). Ernest (1994) soutient que l'histoire des mathématiques ne doit pas dicter exactement l'ordre dans lequel les concepts sont enseignés. De plus, elle permet d'anticiper les obstacles épistémologiques (Schubring (1988), Van Looy (1980), Struve (1996) et Waldegg (1997)). Van Maanen (1997) propose de porter un regard sur les anciennes méthodes dans le but de réfléchir et de discuter les méthodes retenues par l'enseignant pour ensuite les appliquer de façon plus assurée.

Pour les élèves, l'histoire présente plusieurs avantages. Il y a d'abord le fait que savoir comment un concept mathématique s'est développé aide à le comprendre (Van Breugel (1987)). Connaître les doutes, les erreurs des mathématiciens permet aux élèves de se rendre compte qu'ils ne sont pas les seuls à vivre ces incertitudes (Arcavi (1991) et Ofir (1991)). L'histoire fait aussi voir que les méthodes ont changées (Kool (1998)). L'histoire facilite l'enseignement en spirale (Grootendorst (1982)). Les livres ne présentent pas les concepts mathématiques de la façon dont ils ont été découverts. En fait, lorsqu'un problème est résolu, il est enseigné comme une théorie. Il n'y a plus de lien avec son origine. Les motivations du développement des mathématiques disparaissent (Freudenthal (1973)).

Arguments d'ordre culturel

L'utilisation de l'histoire permet une approche multiculturelle dans la classe. Les mathématiques modernes sont occidentales. Cependant, leur histoire s'est développée dans toutes les cultures. Cette caractéristique des mathématiques peut être aidante dans une classe multiethnique (Barta (1995) et Katz (1994)). En utilisant l'histoire des mathématiques, il est possible de faire des liens avec d'autres disciplines scolaires (Grugnetti (1994) et Proia & Menghini (1984), Bkouche (1990)).

L'histoire explique aux élèves le rôle des mathématiques dans la société. Ainsi, les mathématiques sont présentées comme une activité humaine. Elles sont donc influencées par des facteurs sociaux et culturels ((Grattan-Guinness (1977), Van Looy (1980), Ofir (1991), Scriba (1983), Swetz (1984) et Windmann (1986)). L'histoire permet de montrer que les mathématiques sont humaines (Fauvel (1991), Ofir (1991) et Russ (1991)). Cela peut se faire en apportant des biographies en classe (Bidwell

[3] Tous les auteurs mentionnés dans ce qui suit sont cités dans l'article de Gulikers et Blom.

(1993), Lightner (1991) et Ponza (1998)). Selon Veloso (1994), la seule utilisation d'anecdotes en classe ne constitue pas un enseignement riche.

Arguments d'ordre de la motivation

En utilisant l'histoire, les enseignants peuvent créer un climat d'apprentissage dynamique et intéressant. Quelques études montrent que l'histoire peut augmenter l'intérêt des élèves à apprendre (Byers (1982) et Siu & Siu (1979)).

Objections des enseignants

Selon Gulikers et Blom (2001), les enseignants soulèvent certaines objections (Fauvel (1991) et Fowler (1991)). D'abord, ils ne se sentent pas assez connaisseurs en histoire. De plus, ils n'ont pas facilement accès au bon matériel. Finalement, ils manquent de temps.

Il est possible d'intégrer l'histoire des mathématiques de différentes façons. 1- L'enseignant donne des informations historiques. 2- Un concept ou une méthode mathématique est introduite par une approche historique (Furringhetti et Somaglia (1998)). 3- L'enseignant utilise une activité à caractère historique (Arcavi (1987)). 4- Les sources primaires sont une réserve de problèmes intéressants. Cependant, l'analyse des textes historiques demande plus de travail. L'enseignant doit rendre le texte accessible aux élèves. L'enseignant doit alors comprendre les intentions de l'auteur.

Certains articles présentent des expériences vécues en classe. Ransom (1993 et 1995) présente une activité avec d'anciens instruments d'arpentage ou de navigation. Brodkey (1996) présente un groupe d'enseignants et d'élèves qui ont fait la lecture du premier livre des *Éléments* d'Euclide. Laudenbacher et Pengelley (1996), Van Maanen (1997) et Thomaides (1991) ont aussi écrit des articles en ce sens. Ces deux derniers notent un effet positif de l'utilisation de textes anciens lors de l'apprentissage des mathématiques. Il semble que la comparaison des méthode anciennes avec nos méthodes modernes soit en cause : «This improvement is caused [...] by using the comparison of old methods with modern techniques in order to value the power of our present-day methods [...] » (p. 234).

La suite de l'article est une série d'exemples de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement d'un concept géométrique. Les activités sont séparées en deux groupes. Un premier groupe présente des activités de calcul géométrique, alors que le deuxième groupe présente des constructions géométriques. Les activités de calculs géométriques sont les suivantes : le théorème de Pythagore, les tablettes Babyloniennes, la formule du volume d'une sphère, la circonférence d'un cercle en lien avec la méthode d'Ératosthène, le calcul de la surface d'un rectangle et le calcul de l'approximation de π. La liste des activités de construction géométrique est la suivante : construction de polygones réguliers avec règle et compas, construction des coniques. D'autres activités de natures différentes sont proposées.

1.2 Pour des mathématiques humanisées

La première partie de la présente section est une réflexion sur l'aspect humain de chacune des matières scolaires. On y voit que les mathématiques sont, de ce point de vue, dans une classe à part. Puis, nous discutons de l'humanisation des mathématiques comme un moyen de resituer les mathématiques.

1.2.1 La place particulière des mathématiques parmi les disciplines scolaires

En tant qu'enseignante, nous avons vécu une expérience qui nous a amenée à réfléchir à l'importance de rattacher les mathématiques à la réalité des élèves. Les mathématiques semblent plus ou moins concrètes pour les élèves. Cette réflexion s'est accompagnée d'un questionnement. Dans un problème, les élèves de Mathématique 536 ont appris que les angles pouvaient être subdivisés en minutes et en secondes. Nous avons fait le lien avec les heures qui sont aussi divisées en minutes et en secondes. Il nous a semblé que l'intérêt de certains élèves a augmenté lorsque nous avons fait ces mentions dans la classe. Est-ce que des explications comme celles-là rendent les mathématiques plus humaines? Nous croyons que ce que les élèves apprécient de ces moments, c'est le fait que nous rattachons les mathématiques à quelque chose qu'ils connaissent et qu'ils peuvent appliquer. C'est du concret, du tangible pour eux.

Les élèves ne parviennent pas à rattacher les mathématiques à leur quotidien. Les enseignants, les auteurs de manuels scolaires tentent de le faire par des situations, des problèmes de la vie courante. Ce n'est pas suffisant, ce n'est pas complet. Il manque un petit quelque chose qui rattacherait réellement les mathématiques au quotidien. Pourtant, les mathématiques sont présentes quotidiennement dans nos vies. Plusieurs objets technologiques tels que les ordinateurs, les jeux vidéo, les lecteurs MP3, etc. fonctionnent à l'aide des mathématiques. Or ces mathématiques sont cachées dans les processus de fonctionnement de ces objets. Il n'est pas essentiel de connaître les mathématiques pour utiliser ces objets technologiques. Leur utilisation est tellement conviviale que nous oublions la présence et l'efficacité des mathématiques. Pourquoi l'enseignement des mathématiques ne rend-elle pas habituellement cette présence visible aux yeux des élèves?

Cette dichotomie entre les mathématiques scolaires et les mathématiques en action dans le quotidien est moins sévère dans les autres disciplines. Le cours de français est plus ou moins naturel puisque, pour la plupart des élèves, il porte sur leur langue maternelle. Ils l'utilisent au quotidien. Elle sert à toute communication, du moins à la plupart des communications écrites ou verbales. La langue française est aussi une marque de notre identité. Elle est omniprésente. L'anglais est une autre langue. Cette langue est celle de la communication universelle. Elle acquiert par le fait même un statut particulier pour toute personne se dirigeant vers le marché du travail ou voulant voyager. Plusieurs jeunes écoutent de la musique anglophone. Ils ont sûrement une curiosité presque naturelle à connaître le sens des paroles de ces chansons. Pour ce qui est des sciences, on peut les considérer séparément. En biologie, on étudie les êtres vivants, leur fonctionnement. Ce sont des phénomènes observables, qui se produisent d'eux-mêmes, qui nous surprennent. L'intérêt est même plus grand lorsqu'on s'intéresse à la biologie humaine. C'est l'étude de notre corps, la compréhension de notre fonctionnement interne. En sciences physiques, une partie du programme porte sur l'électricité. L'électricité est un phénomène que l'on vit tous les jours. Ce cours permet de démystifier ce phénomène qui nous semble si naturel. Les élèves ont la chance de construire des circuits électriques, d'en comprendre le fonctionnement et d'en observer les effets (par exemple : une ampoule qui s'illumine). La physique mécanique permet d'expliquer des phénomènes que les élèves expérimentent tous les jours (par exemple : la gravité, la friction, la flottaison). Ce sont des phénomènes que les élèves côtoient depuis qu'ils sont petits. Ils se sont peut-être même fait une explication personnelle de ces phénomènes. La physique permet de donner une explication juste et cohérente de ces phénomènes. Il y a des raisons pour lesquelles elles se produisent. En chimie, les élèves peuvent faire des mélanges et constater le résultat de ces mélanges (changement de température, de couleur, d'état, etc.) Pour ce qui est des sciences humaines, les élèves peuvent les rattacher à eux relativement facilement. En histoire, on traite des gens qui ont existé (ou qui existent encore), de ce qu'ils ont fait, de leur parcours. Parfois, on peut encore voir ces changements, on subit encore les répercussions de ces modifications. Quand on étudie l'histoire du Québec, c'est notre histoire. Celle que nos ancêtres ont vécue, les événements qu'ils ont vécus. Avec la géographie, les élèves ont la possibilité de voyager. Dans leur quotidien, aux nouvelles, des images de différents endroits dans le monde sont projetées. Les élèves peuvent se demander où un lieu est situé, vouloir en apprendre plus sur ce lieu, mais aussi planifier de s'y rendre un jour. La musique et les arts leur permettent de faire des créations originales, de s'impliquer dans un processus de création personnelle et même d'apprécier ou de critiquer une œuvre. En morale (ou éthique), les élèves parlent d'eux-mêmes, des agissements, des comportements humains. Ils ont sûrement été confrontés à certaines situations abordées dans ce cours. Ils sont directement liés à ce qui est discuté. De différents aspects discutés pour chacune des matières scolaires, les élèves peuvent parler, en avoir une opinion ou du moins peuvent s'en faire une idée. Les élèves ne parlent pas vraiment de mathématiques. Leur opinion sur les mathématiques se limite souvent à leur appréciation des mathématiques en général ou à celle d'un domaine en particulier.

Les mathématiques sont un outil pour expliquer les phénomènes physiques. La communication en mathématique demande de connaître les termes, mais aussi la logique. Elle nécessite un minimum de connaissances mathématiques. Contrairement aux sciences, les événements mathématiques ne se produisent pas d'eux-mêmes. Il faut raisonner pour « observer » un phénomène mathématique. Par exemple, imaginons une plante qui grandit. L'être humain n'a pas besoin de comprendre ce qui se produit pour que la plante grandisse. C'est très différent en mathématiques. Pour arriver à un résultat, il faut quelqu'un pour mener à terme ce résultat. Il est difficile de vivre un résultat purement mathématique. Un peu comme en histoire, les mathématiques peuvent être rattachées à des gens. Cependant, en mathématiques, la préoccupation première est le résultat. De plus, ce résultat est embelli par des années (parfois des siècles) d'améliorations. Le chemin parcouru, les comparaisons, les raisons de ce résultat, les besoins auxquels il répondait, disparaissent derrière le produit fini. Les mathématiques sont aussi souvent cachées dans des objets technologiques. Si les arts permettent la création, les mathématiques la permettent aussi. Cependant, avant de pouvoir créer en mathématique, il ne suffit pas de tenir un crayon, mais il faut préalablement acquérir des connaissances. La création mathématique n'est pas accessible à tout un chacun, comme une œuvre artistique pourrait l'être. Tout ceci fait que lorsque les élèves arrivent en mathématiques, ils ont l'impression d'arriver dans un autre monde que le leur.

La nature des mathématiques est différente de celle des autres sciences. Les mathématiques pourraient-elles vivre par elles-mêmes? L'être humain s'est mis à compter pour répondre à un besoin. Puis les mathématiques se sont développées pour répondre à différents besoins. Sans ces besoins, est-ce que les mathématiques se seraient développées aussi rapidement? Et ces mathématiques, où sont-elles maintenant? Elles sont cachées derrière tous les objets technologiques que l'homme a créés. Elles sont présentes mais cachées. Si on peut utiliser un ordinateur, c'est dû en partie au système de numération binaire. Mais ce système, on ne le voit pas. L'ordinateur fonctionne, c'est ce qui compte pour le commun des mortels. Le manque d'intérêt pour les mathématiques ne serait-il pas dû en partie à un manque de curiosité, à de la paresse intellectuelle? Les objets technologiques fonctionnent et cela suffit. On ne cherche pas à savoir comment ou pourquoi.

La perception que les élèves ont des mathématiques a aussi son importance. Si l'on considère que faire des mathématiques se limite à faire des exercices de routine, alors la vision des mathématiques est limitée. Les mathématiques sont riches de tous les liens qu'elles permettent de faire que ce soit entre elles ou avec les autres domaines. On devrait peut-être se demander ce que signifie réellement faire des mathématiques.

1.2.2 Humanisation des mathématiques

Pour que les élèves modifient leur perception des mathématiques, l'humanisation peut être une avenue intéressante. Qu'est-ce que cela signifie 'humaniser les mathématiques'?

Dans le *Multidictionnaire de la langue française* (1997), la définition de l'adjectif *humain* est la suivante : « (...) 1. Propre à l'homme 2. Compréhensif ». La définition du dictionnaire *Le petit Larousse* est plus élaborée. Cependant, on y retrouve les deux mêmes éléments que dans le *Multidictionnaire de la langue française*. Dans le contexte qui est le nôtre, c'est le premier sens qui est pertinent.

Qu'est-ce qui est propre à l'homme? « Je pense donc je suis ». La compréhension de notre monde est en partie ce qui nous distingue des animaux. La compréhension de notre monde passe par l'observation de ce qui se passe et la prévision de ce qui va se passer. Mais les animaux sont capables de prévoir ce qui va se passer. L'ours se prépare à hiberner. Il ne sait pas pourquoi il fait cela. Il le fait parce qu'il doit le faire, jamais il ne se pose de questions. Ce qui différencie l'humain de l'animal, c'est sa capacité à vouloir comprendre son monde, à s'expliquer le fonctionnement de son monde.

Le français, comme langue, est humain car on l'utilise au quotidien, c'est notre mode de communication. Sans notre langue, nous ne pouvons pas communiquer. Mais les animaux aussi communiquent entre eux. Est-ce que cela nous enlève notre humanité? Notre communication est plus complexe que celle des animaux. Les animaux communiquent pour la satisfaction de leurs besoins. En tant qu'humain, nous communiquons aussi des sentiments, des idées abstraites. Les arts sont un des modes d'expression, de communication de l'homme. Est-ce que les élèves ont de la difficulté avec les mathématiques parce qu'ils ne comprennent pas ce langage? Lorsque nous regardons une œuvre d'art ou écoutons une pièce musicale, si nous ne comprenons pas son sens, nous n'y accordons pas d'importance. Elle ne nous intéresse pas. Est-ce que cette œuvre que nous ne comprenons pas est humaine pour nous? Elle peut prendre un sens si nous discutons avec quelqu'un de notre interprétation ou de notre perception de cette œuvre. Cette discussion donnera un sens à l'œuvre donc, je lui accorderai de l'importance; elle sera plus humaine. Est-ce que ce qui est humain l'est pour tout le monde? Pour une personne qui ne comprend pas les mathématiques, celles-ci n'ont pas vraiment d'importance. Cette personne ne cherchera pas à comprendre comment elles fonctionnent. Elle verra les mathématiques comme une machine. De ce fait, elles ne lui apparaîtront pas comme « propre à l'homme », mais plutôt comme un instrument, une technique, certes utiles parfois, mais bien loin de ce qui caractérise une activité humaine valorisante.

En discutant avec une collègue enseignante, nous en sommes venues à parler de la vulgarisation et aussi de la création d'un besoin, d'un sentiment de nécessité chez les élèves, quand on invente un problème en mathématiques. Si les enseignants vulgarisaient (ne doit-on pas le faire pour enseigner?) davantage les mathématiques, est-ce que les élèves considéreraient les mathématiques plus proches d'eux? Est-ce que l'utilisation de vrais contextes faciliterait la vulgarisation pour les enseignants? Vulgariser, c'est dire dans des mots de tous les jours tout en simplifiant de façon à rendre le message immédiatement accessible. Et si les élèves étaient eux-mêmes capables de le faire ... Un élève capable de verbaliser est un élève qui comprend. Si les élèves verbalisaient, ils utiliseraient les mots des mathématiques, et pas seulement (espérons-le) dans les cours de mathématiques. S'ils utilisaient ce vocabulaire plus souvent, est-ce qu'ils se sentiraient plus près des mathématiques? En tout cas, ils seraient plus à l'aise avec la façon de parler des enseignants de mathématiques. Il serait souhaitable que les élèves utilisent aussi les mots que les enseignants utilisent dans leur cours. Les notions qui sont enseignées seraient peut-être plus faciles à intégrer. Faisons un parallèle avec l'histoire. Par exemple, si on parle de syndicat, un jeune de 15 ans ne pourra pas donner grand sens à ce concept. Il aura entendu parler des syndicats dans les nouvelles, par ses parents. Il aura pu s'en faire une idée. Mais tant qu'il ne l'aura pas vécu, il ne pourra pas vraiment comprendre ce que c'est, ce que ça implique, quelles sont les conséquences, les enjeux... Lorsqu'il aura travaillé dans un milieu où il sera syndiqué, il sera plus en mesure de donner un sens au concept de syndicat. Il faudrait qu'il en soit ainsi avec les mathématiques. Les élèves devraient vivre les mathématiques.

Une façon de vivre les mathématiques est de résoudre des problèmes. Lorsqu'un enseignant invente des problèmes pour faire des mathématiques, il entrave la possibilité aux élèves de concevoir qu'il y a des mathématiques dans la vie courante (y en a-t-il autant qu'on le dit?) Nous constatons que souvent lors de la création de problèmes ou d'exercices, la tendance est à épurer la situation. Dans les exercices, il ne reste souvent que les informations strictement nécessaires à l'application du concept mathématique visé. Les mathématiques sont présentes dans notre quotidien. Cependant, il n'est pas nécessaire de créer des problèmes pour faire des mathématiques. Comme n'importe quel outil, il faut parfois faire de la mécanique pour apprendre à bien utiliser l'outil. Avant d'être habile à visser, il faut visser plusieurs vis. Est-ce que cela permettrait de rendre les mathématiques plus humaines ? Est-ce ce que tente de faire le Renouveau pédagogique pour les mathématiques? Souvent les enseignants veulent à tout prix mettre les mathématiques en contexte. Ils ne le font, à notre avis, pas toujours de la bonne façon. Les questions ne sont pas toujours sensées.

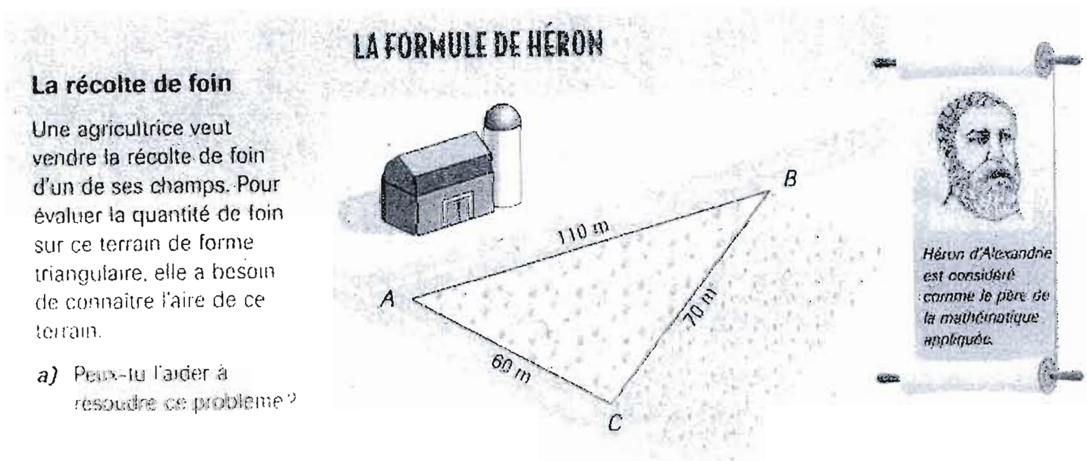


Figure 1.1 Problème extrait de *Regards Mathématiques 416*

Voici un exemple tiré du manuel de 4^e secondaire *Regards Mathématiques 416* (Breton, Deschênes et Ledoux, 1997): la question porte sur le calcul de l'aire d'un triangle avec la formule de Héron. La question d'introduction pour la formule de Héron (p. 185) demande de calculer l'aire d'une région. Si l'élève avait à prendre des mesures pour calculer l'aire sur le terrain, lesquelles prendrait-il? Si le terrain est déboisé, nul besoin de mesurer les trois côtés du terrain, il suffit de mesurer un côté et la hauteur relative à ce côté. Or, dans de tels problèmes on fournit les mesures des trois côtés de ce triangle. La situation n'est pas nécessairement naturelle dans la façon de faire. On « modifie la logique pratique » pour faire fonctionner les mathématiques que l'on désire. Si le terrain est boisé, il serait important de préciser que les mesures présentées ont été prises, par exemple par un arpenteur géomètre. Pour rendre les mathématiques plus humaines, il faudrait éviter ce genre de faux problèmes.

Il y a aussi l'intérêt pour les mathématiques et la perception des mathématiques qui a une influence sur l'humanisation. Nous croyons qu'un élève qui n'a pas d'intérêt pour les mathématiques ne se donnera pas vraiment la chance d'aborder les mathématiques selon un autre point de vue. Probablement qu'il limitera ses efforts à la mécanique mathématique (faire les calculs, retenir et appliquer les formules, les théorèmes). De même un élève pour qui les mathématiques ne sont que des calculs, des opérations à appliquer, des théorèmes, des formules à retenir et à appliquer, accorde plus ou moins d'importance à ce qui pourrait être derrière ces applications. Il ne cherche pas à découvrir la beauté des mathématiques. Nous croyons cependant que l'intérêt pour les mathématiques, tout comme la perception qu'on a des mathématiques, sont modifiables selon les expériences vécues par les élèves. Une expérience positive en mathématiques peut augmenter l'intérêt. De même qu'une expérience vécue différemment par l'élève peut l'amener à modifier la perception qu'il a des mathématiques. Une activité qui humanise les mathématiques pourrait avoir un de ces effets positifs.

Qu'est-ce qu'une activité humanisante pour les mathématiques? Une activité humanisante pour les mathématiques pourrait être une activité où les élèves ont la chance de constater que l'être humain fait des mathématiques depuis longtemps; avoir une idée de l'époque à laquelle tel concept est apparu. Cela pourrait aussi être une activité qui montre la façon dont les mathématiques ont évolué; l'évolution des notations, d'un théorème, du vocabulaire. L'activité pourrait aussi montrer les raisons pour lesquelles tel concept est apparu. Par ailleurs, une activité qui utilise un ou plusieurs textes originaux présenterait sûrement les mathématiques dans une perspective plus humaine. Les élèves auraient la chance de voir l'écriture de l'époque. Il serait alors aussi plus aisé de parler de l'époque où le concept visé s'est développé, des raisons pour lesquelles le concept s'est développé, des motivations des mathématiciens qui ont travaillé à ce concept. Toute activité qui amène l'élève à se questionner, qui éveille la curiosité de l'élève sur l'évolution des mathématiques, sur les gens qui ont travaillé sur les mathématiques, sur les objets technologiques, sur les façons de faire ou d'écrire les mathématiques, sur les motivations des mathématiciens, amènant ainsi un aspect humanisant. Une activité qui permet de voir différemment les mathématiques entraîne, croyons-nous, une part d'humanité aux mathématiques.

Pour une personne, l'humanisation d'une action ou d'une notion, c'est sa capacité à insérer, à consciemment et d'une façon qui devient pour elle de plus en plus naturelle, cette action ou notion dans un réseau de connaissances (historiques, sociologiques, ...) et de processus qui inscrire, s'inscrivent dans un large spectre d'activités civilisatrices des hommes. C'est un peu comme prendre conscience de ses racines intellectuelles et de créer à partir de celles-ci. C'est en quelque sorte la capacité d'actualiser son potentiel intellectuel. Nous dirons que cette capacité est humanisante par rapport à une action ou une notion. L'adjectif humanisant ou humanisante fait référence à un processus qui est en cours. Alors que l'adjectif humaniste fait référence à quelque chose de plus complet, de déjà installé.

Ainsi l'humanisation des mathématiques devrait permettre de faire de ces connaissances des ressources intérieures en les rendant plus accessible. Les mathématiques sont des outils qu'il devient de plus en plus naturel d'utiliser. L'humanisation des mathématiques tient aussi du constat que ces dernières ont un aspect collectif. Les mathématiques regroupent les gens. Il est possible de discuter des mathématiques comme on discute d'une série télévisée, des stratégies dans un match de hockey ou de soccer.

Dans le cadre de l'enseignement des mathématiques au secondaire, cela signifie rattacher les mathématiques à des activités plus larges que les activités scolaires. Les activités scolaires sont toutes les activités liées à l'enseignement. Ainsi toute action qui permet l'application ou la démonstration de l'utilisation des mathématiques ailleurs que dans la classe est une activité humanisante. L'humanisation des mathématiques passe aussi par une conscientisation :

- de l'origine, de l'explication de l'existence et de l'évolution d'un concept mathématique
- des différentes utilisations que l'on peut faire d'un concept mathématique, utilisation qui fait un lien avec différents domaines
- des liens entre les différents domaines (histoire, informatique, sciences, ...).

L'humanisation des mathématiques entraîne un changement de perception des mathématiques. Ou est-ce le changement de perception des mathématiques qui entraîne l'humanisation des mathématiques?

L'humanisation des mathématiques au secondaire se manifeste de différentes façons :

- présentation des mathématiciens(nes) et de leur histoire
- présentation de l'évolution d'un concept
- utilisation des mathématiques en dehors des cours de mathématiques
- rappel de certaines informations en lien avec les mathématiques

- démonstration d'un certain intérêt face aux mathématiciens, à l'origine des symboles, des mathématiques
- constats des différences entre ce qui se faisait et ce qui se fait
- donner son opinion sur un sujet mathématique
- reconnaissance d'un terme mathématique dans un autre domaine (faire un lien entre les différents sens de ce terme)
- comparer les notations, le vocabulaire, les façons de faire
- etc.

1.3 Questions de recherche

En tant qu'enseignante, nous avons été tentée d'utiliser l'histoire des mathématiques dans notre enseignement. Il n'est pas toujours facile de le faire. En discutant avec nos collègues enseignants de mathématiques, nous avons constaté que très peu d'entre eux y sont intéressés. Ce sont toujours les mêmes arguments qui reviennent : pas d'intérêt, pas le temps, pas de connaissance. Bref, ce sont les arguments soulevés par Tzanakis et Arcavi (2000). Cependant, l'utilisation de l'histoire semble avoir plusieurs buts. Pour la chercheure que nous sommes, l'aspect culturel des mathématiques est attirant. Cet aspect n'est pas vraiment exploité dans l'enseignement secondaire. Les mathématiques sont rarement présentées comme une activité humaine. Les élèves n'ont pas conscience que les mathématiques sont influencées par des facteurs sociaux et culturels (Gulikers et Blom (2001)). Tzanakis et Arcavi proposent d'utiliser l'histoire des mathématiques pour les humaniser, donc de faire découvrir l'aspect humain des mathématiques. L'effort nécessaire pour développer les mathématiques, la persévérance des mathématiciens, les liens entre les mathématiques et les cultures, les objectifs des mathématiques (utilitaires, esthétiques,...) sont autant d'éléments de l'aspect humain des mathématiques. En tant qu'enseignante, nous sommes fascinée de constater que les élèves ont de la difficulté avec les mathématiques. Il semble que les élèves ne soient pas capables de rattacher les mathématiques à leur vécu. L'humanisation des mathématiques permettrait peut-être d'aider les élèves à rattacher les mathématiques à leur quotidien, à leur donner un sens.

Dans leur article, Gulikers et Blom présentent des exemples de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des mathématiques. L'idée d'avoir recours à des textes anciens est intéressante. Cela permet de comparer nos méthodes avec celles des mathématiciens du passé, donc de se rendre compte que des personnes ont travaillé les mathématiques. Celles-ci ne tombent pas du ciel. Est-ce que tout cela est vraiment utile pour les élèves?

De là, notre principale question de recherche :
Est-ce que l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques au secondaire humanise les mathématiques?

Cette question s'accompagne de plusieurs autres plus spécifiques :

- Est-ce que l'utilisation de textes anciens humanise les mathématiques?
- Est-ce que les activités à caractère historique intéressent les élèves?
- Quels sont les éléments de l'histoire des mathématiques qui intéressent les élèves au secondaire?

Comme mentionné dans l'introduction, il est important pour nous de déterminer si les activités à caractère historique ont un effet positif sur l'enseignement. Or, la création d'activités à caractère historique demande beaucoup de travail. Dès lors, une dernière question s'impose :

Est-il réaliste pour un enseignant du secondaire de mettre en œuvre en classe de telles activités? Est-ce que cela vaut la peine d'en créer?

CHAPITRE II

DESIGN DE L'EXPÉRIMENTATION

Ce chapitre présente la démarche suivie pour structurer l'expérimentation, et en particulier l'activité qui sera au cœur de celle-ci. Il se divise en dix sections. La première section s'articule autour d'une réflexion qui mènera à certains choix quant au type d'activité qui sera au cœur de l'expérimentation. La deuxième section comporte une discussion relative au choix des textes. La troisième partie correspond à l'analyse des textes choisis et à la détermination de l'ordre des textes. La quatrième section correspond à la description de la présentation PowerPoint. La cinquième section présente la structure de la collecte de données. La sixième section correspond aux choix et à la justification des questions posées aux élèves lors de l'expérimentation. La septième section présente les questions en lien plus direct avec la question de recherche. La huitième section présente la structure globale de l'activité. La neuvième section présente l'expérimentation préalable vécue en novembre 2008. La dixième section partie présente les améliorations de l'activité à la suite de l'expérimentation préalable.

2.1 Nature de l'expérimentation

Cette section relate les expériences antérieures qui ont guidé certains choix liés à l'activité. Puis, nous discutons des contraintes liées à l'enseignement (section 2.1.2) et celles liées à la recherche elle-même (section 2.1.3). Plusieurs idées de départ sont proposées pour l'activité. Une discussion relative à ces idées est présentée. L'expérimentation se déroulera en deux temps : 1- une activité d'enseignement et 2- une procédure de cueillette de données. Nous aborderons différents aspects de l'activité d'enseignement dans les sections 2.2 Choix des textes, 2.3 Analyse des textes choisis, 2.4 Présentation historique et 2.6 Choix des questions du questionnaire. Les sections 2.5 Structure de la cueillette de données, 2.7 Questions aux élèves en lien direct avec la question de recherche et 2.8 Structure finale de l'expérimentation, traiteront de la procédure de la cueillette de données. Nous tenons à préciser que les sections en lien avec l'activité d'enseignement aborderont tout de même quelques aspects qui toucheront la cueillette de données.

2.1.1 Réalisations antérieures et discussion sur le type d'activité intégrée à l'expérimentation

Lors de l'année scolaire 2006-2007, nous avons enseigné le programme Mathématique 536. Pour introduire le chapitre portant sur les relations métriques dans le cercle et dans le triangle rectangle, nous avons utilisé le texte d'Euclide. Les élèves devaient lire et faire une analyse guidée de la cinquième proposition du premier livre des *Éléments* d'Euclide. Les élèves avaient trouvé cette activité difficile. L'année suivante, le livre *Les Éléments* d'Euclide avait servi de préambule à ce même chapitre. La structure du livre était présentée. Puis nous montrions aux élèves la définition qu'Euclide a faite du point. Les élèves voyaient le texte écrit en ancien français[4]. Nous leur faisions la lecture de ce texte. Puis, il y avait une petite discussion autour de cette définition. Cette définition créait un conflit cognitif chez les élèves. Ils se sont posés des questions et ont réfléchi à certains aspects de la définition. Dans les deux cas, c'était la première fois que les élèves lisaient un texte ancien en mathématique. Les élèves n'étaient pas prêts. Nous n'avions fait aucune préparation pour cette activité. Les élèves ont eu du mal à faire la lecture du texte. Le texte d'Euclide semble être un bloc de mots. Certaines séparations faites ne suppriment pas l'impression de lourdeur du texte. Ces deux essais nous ont guidées dans notre réflexion et nos choix pour ce mémoire.

Nous savons que les mathématiques se sont développées pour répondre à certains besoins de l'homme. Une des premières branches des mathématiques à s'être développée est la géométrie. Elle a donc une histoire longue et riche.

En géométrie, les notations sont nombreuses (symbole de congruence, symbole de similitude, symbole pour identifier un angle, un segment, etc.). Les élèves peuvent se questionner sur leur utilité, leur sens. L'histoire permet de répondre partiellement à ce questionnement. Les symboles allègent le texte. Certains mots peuvent être remplacés par des symboles. En présentant des textes utilisant les symboles et d'autres ne les utilisant pas, les élèves ont la possibilité de donner un sens et une utilité

[4] Peyrard, F. (1804), *Éléments de géométrie d'Euclide*, Paris. p. 12-14

aux symboles. L'utilisation de ces symboles (s'ils sont universels) ne nécessitent pas la connaissance d'un langage en particulier pour en comprendre le sens. Cela facilite le partage de la connaissance.

Les élèves demandent souvent : « À quoi ça sert? » Les enseignants ne sont pas toujours en mesure de répondre facilement à cette question. Le chapitre portant sur les relations métriques dans le cercle et dans le triangle rectangle entraîne cette question. Les enseignants n'ont pas nécessairement de réponse à la *fameuse question*. Ces théorèmes, particulièrement ceux sur le cercle, ne sont pas utilisés au quotidien. L'histoire peut, dans de tels cas, rattacher les mathématiques à un aspect plus humain, en faisant découvrir les utilités et le sens. Nous osons espérer que rattacher le sujet à un aspect plus humain peut donner des arguments aux enseignants.

À la fin du deuxième cycle du secondaire, la géométrie tend vers la démonstration. L'objectif est de préparer les élèves à des études supérieures. L'élève doit « fournir une argumentation juste et rigoureuse dans une démarche structurée »[5]. Il y a plusieurs façons de faire une démonstration. Un modèle a été retenu pour l'apprentissage. Cependant ce n'est pas le seul valable en mathématiques. En utilisant des textes anciens, il est possible de confronter les élèves à ces différents modèles; différentes façons de faire une preuve. La structure de la preuve, l'utilisation ou non de symboles mathématiques, l'utilisation de différents concepts pour faire une même preuve, un raisonnement différent sont tous des éléments qui différencient la (ou les) preuve d'un même énoncé. L'histoire nous permet d'être en contact avec ces éléments.

Donc, l'activité portera sur la géométrie. Nous orienterons l'activité vers la démonstration. Nous emprunterons l'avenue des textes anciens pour répondre à notre question de recherche.

2.1.2 Contraintes liées à notre enseignement

Les préoccupations enseignantes sont importantes pour nous. Elles doivent donc être présentes tout au long de la création de l'activité. L'activité doit être relativement courte. Elle ne devrait pas dépassée deux périodes de 75 minutes. L'idéal serait 75 minutes. Le temps est une contrainte d'enseignement. L'activité doit respecter les principes de l'enseignement. L'activité doit donc répondre à un besoin pédagogique et avoir un but précis d'enseignement. Quel objectif du programme désirons-nous

[5] MEQ, Programme de mathématiques 536, p. 28

traiter? De quelle façon est-ce que les élèves vont travailler? Le niveau de difficulté de l'activité est-il trop élevé? Pas assez élevé? Combien de temps devra-t-on accorder à cette activité?

2.1.3 Contraintes liées à la recherche

Les préoccupations de la chercheure sont évidemment importantes pour ce mémoire. Quel type d'activité est-ce que nous allons créer? Comment allons-nous organiser l'activité autour de l'humanisation? Chacune des préoccupations de la chercheure sera teintée de celles de l'enseignante pour l'organisation de l'activité et pour sa mise en place.

Pour répondre à la question de recherche, nous voulons créer une activité à réaliser avec des élèves en classe. Cette activité sera au cœur de l'expérimentation. Celle-ci se déroulera en deux temps : l'activité elle-même et la cueillette d'informations.

Parmi nos questions d'ordre plus spécifique, nous cherchons à déterminer si l'utilisation de textes anciens humanise les mathématiques. L'activité devra donc comporter un ou plusieurs textes anciens. Les élèves devront les lire. Ils devront aussi s'approprier le texte, du moins en partie; lui donner un certain sens. Est-ce que la présentation d'un texte ancien permet de faire des liens avec les événements liés à son époque d'écriture? Les élèves comparent-ils le texte avec ce qu'ils connaissent des mathématiques? Cette comparaison entraîne-t-elle une certaine humanisation des mathématiques? Probablement que c'est la première fois que les élèves auront entre les mains un texte écrit par un mathématicien. Il serait possible de les laisser faire leur propre analyse. Étant donné les préoccupations enseignantes, l'analyse sera guidée au moyen d'un questionnaire. Chaque démonstration aura son propre questionnaire. L'analyse et la comparaison des textes anciens demandent beaucoup d'efforts aux élèves. Si l'occasion se présente, il sera approprié de demander aux élèves de réécrire à leur façon une partie d'une autre démonstration. Le Ministère de l'Éducation du Québec nous indique que : « On mettra autant d'effort sur la compréhension de la preuve que sur sa mécanique. » (*Programme d'études Mathématique 536*, p. 28). La réécriture d'une preuve à sa façon est un moyen d'atteindre cet objectif. Nous ne voulons pas non plus décourager les élèves de faire l'activité. Pour l'activité, les élèves liront deux ou trois démonstrations du même énoncé. Nous utiliserons des démonstrations du même énoncé pour que l'activité ne soit pas trop complexe. Comme nous venons de le mentionner, ce sont probablement les premiers textes anciens que les élèves liront. Cette nouveauté peut constituer une difficulté en soi. En choisissant différentes démonstrations d'un

même énoncé, nous éliminons cette source potentielle de difficulté. Ils feront une analyse de ces démonstrations. En analysant chacune des démonstrations, les élèves feront des comparaisons entre les textes, mais aussi avec ce qu'ils connaissent des textes mathématiques. La comparaison est un début de trace ou d'indice d'humanisation.
Étant donné la nature de l'activité, nous croyons qu'il faudrait que l'activité favorise la discussion. Il est important que les élèves aient la chance de discuter de ce qu'ils découvriront tout au long de l'activité. Ils auront la chance de faire des liens qu'ils n'auraient pas faits s'ils avaient été seuls. Le travail se fera donc en équipe de deux. Le travail en équipe de deux incite plus les élèves à participer. Ils ont plus de chance de partager leur point de vue. Les élèves formeront eux-mêmes leur équipe. Les élèves auront peut-être plus de facilité à énoncer leur pensée, leur raisonnement s'ils ont choisi leur partenaire de travail. Le travail en équipe de deux prend moins de temps.

Nous cherchons aussi à déterminer si une activité à caractère historique peut intéresser les élèves. Donc, il faut susciter la curiosité des élèves. Présenter des textes très différents de ce qu'ils connaissent des mathématiques peut effectivement intriguer. L'utilisation d'une autre langue en parallèle au français, une structure différente, une nouvelle façon de traiter un sujet mathématique sont toutes des distinctions qui pourraient susciter la curiosité des élèves. De même, la présentation d'un texte très ancien semblable à ce que les élèves connaissent peut piquer la curiosité des élèves. Évidemment, ce n'est pas la même facette qui intéressera tous les élèves. Il est important de présenter des textes ayant certaines ressemblances, mais aussi des textes qui seront différents les uns des autres. Les élèves se rendront-ils compte que les mathématiques se font depuis longtemps sous une forme qu'ils connaissent? Auront-ils développé un intérêt pour le contenu historique?

La troisième sous-question porte sur les éléments de l'histoire qui intéressent les élèves. Dans le but de diversifier les informations et de donner une saveur plus historique à notre activité, nous pourrions présenter les mathématiciens ayant écrit les textes que nous aurons sélectionnés, ainsi que leur époque. Il est important que les élèves connaissent qui sont ces gens qui ont fait des mathématiques et qui les ont fait progresser. Lors de la cueillette d'informations, nous pourrions questionner les élèves sur cette présentation pour faire ressortir les éléments qui les auront intéressés.

Une activité qui entraîne un changement de la perception que les élèves ont des mathématiques est aussi humanisante. Comme nous en avons discuté dans la section 1.2, les cours de mathématiques semblent se vivre « sur une autre planète ». Ainsi une activité qui ramène les mathématiques sur Terre, les rattache à l'homme permettrait de débuter ce changement de perception.

Pour espérer répondre aux différentes questions de recherche, il faudra d'abord diversifier la nature des informations historiques fournies. La cueillette de données devra aller en ce sens. Les élèves ne seront pas tous intéressés par les mêmes informations historiques.

Donc, notre activité portera sur la démonstration en géométrie. Nous tenterons de susciter la curiosité des élèves par le choix des textes et la présentation des mathématiciens. Cette présentation permettra de diversifier les informations historiques. Elle donnera aussi une saveur plus historique à l'activité. Puis, nous utiliserons un ou plusieurs textes anciens. Ces textes seront des démonstrations. Les élèves les liront, les analyseront. L'analyse des démonstrations se fera au moyen de questionnaires. Notre activité favorisera les comparaisons (avec ce que les élèves connaissent et avec un autre texte s'il y a lieu). Finalement, l'activité se réalisera en équipe de deux pour favoriser la discussion et l'échange d'idées. Afin de compléter la cueillette d'informations, les élèves auront un dernier questionnaire. Ce dernier comportera des questions liées plus directement à la recherche elle-même. Cette démarche est semblable à celle proposée dans l'article de Tzanakis et Arcavi (2000) (voir section 1.1).

La suite du présent chapitre met en place l'expérimentation. Dans la section 2.2, nous choisissons les textes. La section 2.3 consiste en une analyse des textes choisis. La présentation historique (en présentation PowerPoint) est décrite dans la section 2.4. La section 2.5 présente la structure de la cueillette de données. Les sections 2.6 et 2.7 présentent les questions qui seront posées aux élèves dans les questionnaires. Dans un premier temps (section 2.6), nous traitons des questions en lien avec les textes choisis. Dans la section 2.7, nous abordons celles qui sont en lien plus direct avec les questions de recherche. La section 2.8 présente la structure finale de l'expérimentation. Nous avons eu la chance de faire une expérimentation préalable. Celle-ci sera décrite dans la section 2.9. À la suite de l'expérimentation préalable, nous avons choisi d'apporter quelques modifications. Tout ce qui a trait aux modifications est traité dans la section 2.10.

2.2 Choix des textes

La proposition 5 d'Euclide a pour énoncé « les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux et, si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base sont égaux entre eux ». Le choix de cette proposition comme coeur de l'activité est adéquate. En effet, d'une part, les élèves ont peut-être fait cette démonstration en quatrième secondaire. D'autre part, les élèves sont familiers avec cette proposition: Ils la connaissent au moins depuis la première secondaire. L'utilisation d'un texte lié à une proposition connue des élèves facilitera le travail de ces derniers. Ils ne seront pas complètement dépaysés. Le niveau mathématique ne sera pas trop élevé.

C'est dans le cadre du cours Histoire des mathématiques (MAT7222) donné par M Louis Charbonneau que nous avons lu un texte présentant différentes démonstrations de la proposition 5 d'Euclide. Le texte est tiré du chapitre 3 « À partir de quelques textes historiques » tiré de *Produire et lire des textes de démonstration* (Guichard, 2001). On y retrouve dix démonstrations de la cinquième proposition d'Euclide. Étant donné que les élèves ne sont pas habiles à lire des textes anciens, qu'ils sont rarement confrontés à différentes structures de démonstration, deux ou trois textes au maximum devraient leur être soumis.

Parmi les dix démonstrations qui sont présentées dans l'article mentionné dans la section précédente, il y a celle d'Euclide. La structure de la démonstration d'Euclide est très près de celle que les élèves utilisent en classe. Lorsque les élèves font une démonstration, ils doivent identifier les hypothèses, la conclusion, faire une figure. De plus, les étapes de la démonstration, ou pas de déduction, doivent être justifiées. C'est aussi la démarche utilisée par Euclide. Euclide, considéré comme le père de la géométrie, est important. Au secondaire, les élèves font de la géométrie euclidienne. Il est important qu'ils sachent d'où cela vient et ce que cette géométrie sous-entend. Il est évident pour nous qu'Euclide devait faire partie de nos choix.

Plusieurs options se présentent. Quels sont les éléments ou les aspects que nous voulons travailler avec les élèves exactement? Il est possible d'orienter l'activité vers les chemins différents utilisés pour faire la démonstration, l'importance de la justification, les démonstrations qui utilisent une stratégie semblable à la nôtre. Une autre possibilité est d'axer l'activité sur l'interprétation de différentes démonstrations. Peu importe les textes choisis, les élèves feront de l'interprétation.

Chacune des dix preuves de l'article comporte (présente) des éléments très intéressants. Les chemins empruntés par les différentes démonstrations sont intéressants. Quatre mathématiciens (Euclide, Hérigone, Legendre et Houël) utilisent les triangles isométriques pour faire leur démonstration. Hadamard, Houël et Borel utilisent plutôt la symétrie. Arnauld utilise les propriétés du cercle et des arcs pour faire sa démonstration. Quant à Clairault, il fait appel aux notions de rotation et de pente.

Nous arrêtons notre choix sur les preuves utilisant les triangles isométriques. Les élèves ont vu cette notion en 4^e secondaire (réactivation des connaissances). Les démonstrations qu'ils ont déjà faites sont basées sur ce principe. Ils seront en terrain connu lorsqu'ils liront ces démonstrations. Il reste donc quatre mathématiciens : Euclide, Hérigone, Legendre et Houël. Bien que Legendre utilise les triangles isométriques, son idée est différente de celle des trois autres. En fait, Hérigone et Houël sont des réécritures d'Euclide. Ces trois démonstrations sont des écritures différentes pour une seule et même démonstration. Cela donnera une perspective intéressante aux élèves. Ils verront qu'il n'y a pas une seule façon d'écrire une démonstration. Il sera plus facile de les comparer.

Toutes ces démonstrations utilisent les triangles isométriques. C'est un principe auquel les élèves sont habitués. Pour réactiver les connaissances antérieures, il est approprié d'utiliser ce qu'ils ont déjà vu. Avec ces trois démonstrations, il sera possible de traiter de la rigueur lors de la rédaction d'une démonstration. Ils auront la possibilité de voir différentes façons de rédiger une démonstration (symbolique, en mots et un mélange des deux). Ces trois démonstrations sont faciles à comparer étant donné qu'elles utilisent la même idée. Dans l'enseignement des démonstrations, la justification est une étape importante. Les élèves doivent justifier toutes les étapes de leur raisonnement dans une démarche. De même, tous les mathématiciens n'ont pas indiqué leur justification de la même façon. C'est intéressant de comparer les façons de faire.

Les autres textes pourront être mis en annexe (Arnauld, Clairault, Houël, Hadamard et Borel). L'enseignant pourrait alors les réutiliser au cours de son enseignement. Cela permettrait de faire un retour sur cette « activité » plus tard dans le chapitre. Par exemple, la démonstration d'Arnauld pourrait être utilisée lorsque les élèves étudieront les relations métriques dans le cercle.

Nous pourrions faire lire un ou plusieurs textes à la maison. Si tel était le cas, le texte d'Euclide serait probablement parmi les textes sélectionnés. Au premier coup d'œil, nous remarquons qu'il y a beaucoup de mots. Cela peut être décourageant. L'avantage de faire lire le texte à l'avance est que les élèves en auront fait une première lecture. Lorsque nous aborderons le texte en classe, ils auront une idée de ce qui est dit dans la démonstration. Cependant, il est fort probable que les élèves se découragent devant un tel texte, mathématique de surplus.

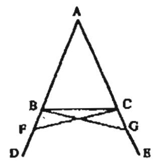
2.3 Évaluation des textes choisis

2.3.1 Texte d'Euclide

EUCLIDE (– IIIe siècle). *LES ÉLÉMENTS*. Livre I, proposition 5. Traduction Vitrac B., vol. 1, P.U.F. 1990, p. 204-205.

5

Les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux, et si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base seront égaux entre eux.



Soit un triangle isocèle ABC ayant le côté AB égal au côté AC, et que, les droites BD, CE soient les prolongements en ligne droite de AB, AC.

Je dis que, d'une part l'angle sous ABC est égal à l'angle sous ACB, d'autre part, que celui sous CBD est égal à celui sous BCE.

En effet qu'un point F soit pris au hasard sur BD, et que soit retranchée de la plus grande, AE, la droite AG, égale à la plus petite AF (Prop. 3), et que les droites FC, GB soient jointes (Dem. 1).

Or puisque d'une part AF est égale à AG, d'autre part AB à AC, alors les deux droites FA, AC sont égales aux deux GA, AB, chacune à chacune, et elles contiennent l'angle commun, celui sous FAG ; donc la base FC est égale à la base GB, et le triangle AFC sera égal au triangle AGB et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que sous-tendent les côtés égaux, d'une part celui sous ACF à celui sous ABG, d'autre part celui sous AFC à celui sous AGB (Prop. 4).

Et puisque AF tout entière est égale à AG tout entière, que sa [partie] AB est égale à la [partie] AC, la [partie] restante BF est donc égale à la [partie] restante CG (N.C. 3). De plus il a été démontré que FC est égale à GB. Ainsi les deux BF, FC sont égales aux deux CG, GB, chacune à chacune, et l'angle sous BFC [est] égal à l'angle sous CGB ; et BC est leur base commune ; et donc le triangle BFC sera égal au triangle CGB et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que les côtés égaux sous-tendent (Prop. 4) ; donc, d'une part celui sous FBC est égal à celui sous GCB, d'autre part celui sous BCF est égal à celui sous CBG.

Or puisque l'angle tout entier sous ABG a été démontré égal à l'angle tout entier sous ACF, que sa [partie], l'angle sous CBG, est égale à la [partie] sous BCF, celui restant sous ABC est donc égal à celui restant sous ACB (N.C. 3). Et ils sont à la base du triangle ABC. Il a aussi été démontré que celui sous FBC est égal à celui sous GCB. Et ils sont sous la base.

Donc les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux, et si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base seront égaux entre eux. Ce qu'il fallait démontrer.

Figure 2.1
Démonstration d'Euclide.

L'extrait de la traduction (début du XIXe siècle) du texte original d'Euclide (Figure 2.1) est beaucoup trop condensé pour les élèves. Un premier travail est nécessaire afin de faciliter le travail sur ce texte par les élèves. La structure de la démonstration d'Euclide n'est pas évidente à déterminer, dû au fait que le texte est tout en mots. Ce travail consiste à séparer et identifier clairement les parties du texte d'Euclide (voir Figure 2.2). Nous avons fait ces séparations en nous inspirant de Barbin *et al* (2001). Gulikers et Blom (2001) font mention de cet aspect de l'utilisation des textes anciens dans leur article.

EUCLIDE (-III siècle). LES ÉLÉMENTS. Livre I, proposition 5.

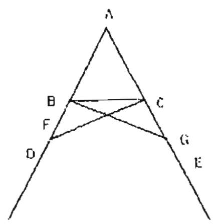
5

énoncé

Les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux, et si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base seront égaux entre eux.

Parthénon (-432)

Soit un triangle isocèle ABC ayant le côté AB égal au côté AC, et que, les droites BD, CE soient les prolongements en ligne droite de AB, AC.



Je dis que, d'une part l'angle sous ABC est égal à l'angle sous ACB, d'autre part, que celui sous CBD est égal à celui sous BCE.

construction

En effet d'un point F pris au hasard sur BD, et que soit retranchée de la plus grande, AE, la droite AG, égale à la plus petite AF, et que les droites FC, GB soient jointes.

démonstration

Or puisque d'une part AF est égale à AG, d'autre part AB à AC, alors les deux droites FA, AC sont égales aux deux GA, AB, chacune à chacune, et elles contiennent l'angle commun, celui sous FAG, donc la base FC est égale à la base GB, et le triangle AFC sera égal au triangle AGB et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que sous-tendent les côtés égaux, d'une part celui sous ACF à celui sous ABG, d'autre part celui sous AFC à celui sous AGB.

Et puisque AF tout entière est égale à AG tout entière, que sa [partie] AB est égale à la [partie] AC, la [partie] restante BF est donc égale à la [partie] restante CG. De plus, il a été démontré que FC est égale à GB. Ainsi les deux BF, FC sont égales aux deux CG, GB, chacune à chacune, et l'angle sous BFC [est] égal à l'angle sous CGB; et BC est leur base commune; et donc le triangle BFC sera égal au triangle CGB et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que les côtés égaux sous-tendent; donc d'une part celui sous FBC est égal à celui sous GCB, d'autre part celui sous BCF est égal à celui sous CBG.

Or puisque l'angle tout entier sous ABG a été démontré égal à l'angle tout entier sous ACF, que sa [partie], l'angle sous CBG, est égale à la [partie] sous BCF, celui restant sous ABC est donc égal à celui restant sous ACB. Et ils sont à la base du triangle ABC. Il a aussi été démontré que celui sous FBC est égal à celui sous GCB. Et ils sont sous la base.

conclusion

Donc les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux, et si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base seront égaux entre eux. Ce qu'il fallait démontrer.

Figure 2.2
Démonstration d'Euclide modifiée pour les élèves

Le texte d'Euclide présente clairement toutes les parties de la preuve que nous exigeons de la part de nos élèves. L'énoncé général à démontrer est clairement indiqué. Il est écrit en italique. Il se distingue facilement du reste du texte. Par la suite, la partie qui précède la démonstration en soi : la figure, les hypothèses et la conclusion écrite selon la figure. Euclide décrit en mots sa figure. Ce sont les éléments connus sur lesquels va s'appuyer le raisonnement. Ce sont nos hypothèses. Par la suite, toujours en mots, il écrit la conclusion. Cette conclusion débute par « Je dis que ... » (Barbin *et al*, 2001, p. 65). C'est le seul endroit où Euclide utilise le pronom je. Puis, il ajoute des éléments sur la figure de base. Ces constructions se font toujours en mots. Le sens du texte n'est pas toujours facile à déchiffrer. Par exemple, Euclide demande « En effet d'un point F pris au hasard sur BD, et que soit retranchée de la plus grande, AE, la droite AG, égale à la plus petite AF, et que les droites FC, GB soient jointes. » (Barbin *et al*, 2001, p. 65) Il n'est pas évident de comprendre qu'Euclide demande que l'on construise un point G tel que AF et AG soient congrus. De même, qu'il faille joindre F et C et, G et B. Ce n'est qu'en lisant les énoncés précédant la cinquième proposition que l'on peut comprendre le sens de ces demandes.

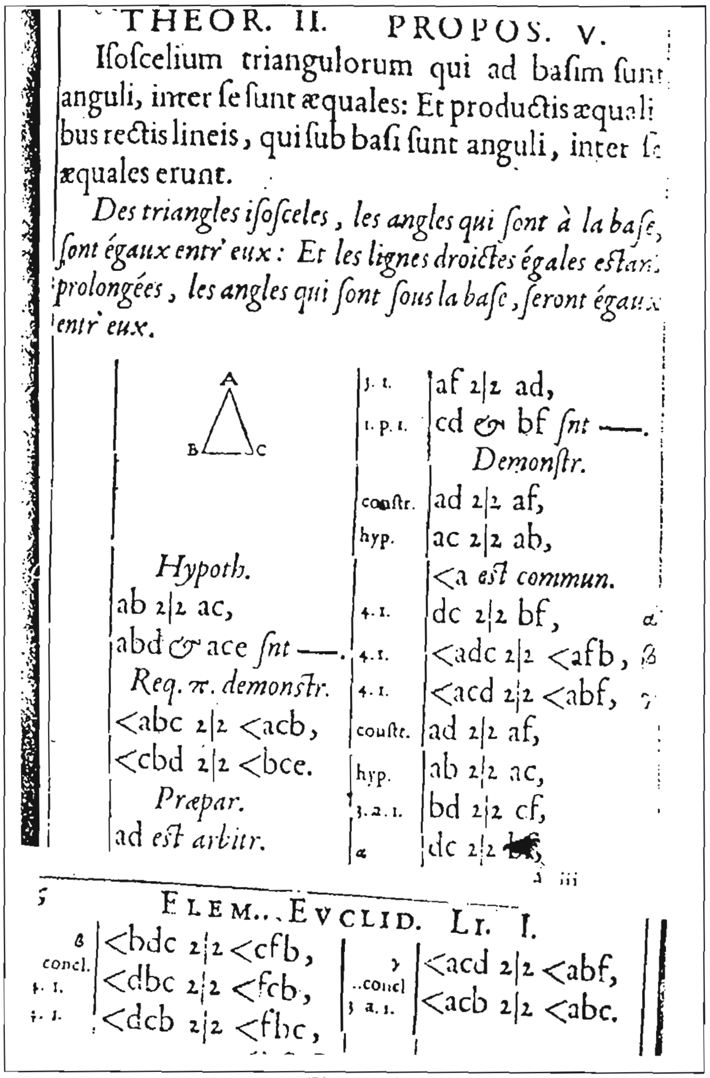
La grosse difficulté avec le texte d'Euclide est le fait que tout soit en mots. Euclide n'utilise pas de symboles. Ses justifications ne sont données que par la formulation des phrases dans le texte. Elles reprennent sensiblement le libellé des propositions qui sont utilisées. De ce fait, lorsqu'Euclide utilise un énoncé pour raisonner, il l'utilise en entier. Il considère même les parties qui ne lui sont pas utiles. Par exemple, lorsqu'il démontre que les triangles BFC et CGB sont égaux, il mentionne que la base BC est commune. Or, cette affirmation n'apporte rien à ce qu'il veut démontrer. Cependant, elle doit être présente pour rappeler la proposition 4. Cela alourdit le texte.

Le sens qu'Euclide attribuait au mot droite n'est pas le même que le nôtre. Pour nous, une droite est infinie. Quant à Euclide, une droite est aussi bien, ce que nous appelons, une droite ou un segment. Ainsi, le trait au-dessus d'une paire de lettres pour indiquer un segment n'est pas utilisé par Euclide. Cela peut causer une difficulté pour les élèves.

Comme nous, Euclide utilise les lettres majuscules dans sa démonstration. Étant donné que la démonstration est en mots, l'utilisation des lettres majuscules est un avantage certain pour identifier plus facilement les segments. Euclide identifie les angles par le mot « angle » ou par l'expression « angle sous » suivi de trois lettres. Il utilise les trois lettres de la même façon que nous; c'est-à-dire que la lettre du centre correspond au sommet de l'angle.

Nous choisissons le texte d'Euclide car c'est un incontournable. Sa structure ressemble beaucoup à celle qu'on utilise avec les élèves.

2.3.2 Texte d'Hérigone


THEOR. II. PROPOS. V.

Isoscelium triangulorum qui ad basim sunt anguli, inter se sunt æquales: Et productis æqualibus rectis lineis, qui sub basi sunt anguli, inter se æquales erunt.

Des triangles isosceles, les angles qui sont à la base, sont égaux entr'eux: Et les lignes droictes égales estant prolongées, les angles qui sont sous la base, seront égaux entr'eux.

Hypoth.
ab 2|2 ac,
abd & ace *snt* —.
Req. π. demonstr.
<abc 2|2 <acb,
<cbd 2|2 <bce.
Præpar.
ad *est arbitr.*

3. 1. af 2|2 ad,
1. p. 1. cd & bf *snt* —.
Demonstr.
constr. ad 2|2 af,
hyp. ac 2|2 ab,
<a *est commun.*
4. 1. dc 2|2 bf, α
4. 1. <adc 2|2 <afb, β
4. 1. <acd 2|2 <abf, γ
constr. ad 2|2 af,
hyp. ab 2|2 ac,
3. a. 1. bd 2|2 cf,
α dc 2|2 bf,

ELEM. EVCLID. LI. I.

β <bdc 2|2 <cfb,
concl. 4. 1. <dbc 2|2 <fcb,
4. 1. <dcb 2|2 <fbc,
γ concl. 3 a. 1. <acd 2|2 <abf,
<acb 2|2 <abc.

Figure 2.3
Démonstration d'Hérigone.

La démonstration d'Hérigone est menée via une écriture symbolique. C'est une des forces de cette preuve. Hérigone voulait une écriture universelle qui ne nécessite pas la connaissance d'une langue en particulier. Il a un symbole pour l'égalité ($2|2$), un pour signifier que des points sont alignés (——) et un pour identifier un angle (<). C'est d'ailleurs le seul (parmi les trois mathématiciens choisis) à utiliser des symboles, à l'exception des symboles d'égalité et d'inégalité utilisés par Houël. Le texte est beaucoup plus facile à comprendre, à suivre, étant donné l'utilisation des symboles.

L'élément le plus intéressant chez Hérigone est sa façon d'indiquer les justifications. Chaque ligne de sa démonstration est justifiée. Il note dans la marge de gauche, avec un système numérique, ses justifications. Chaque énoncé d'Hérigone est numéroté pour que l'on se réfère facilement à cet énoncé lorsque c'est nécessaire. Il lui arrive d'utiliser les mêmes justifications que nous : par construction et par hypothèse. Tout comme Euclide, Hérigone identifie clairement les hypothèses et la conclusion selon la figure. Il le fait en utilisant le moins de mots possible. Le principe est le même pour la construction. La démonstration d'Hérigone est un peu différente de celle d'Euclide. La stratégie utilisée est la même, mais Hérigone utilise un point de moins. En fait, sur la droite AE, il construit à $\overline{AF}$ de telle sorte que $\overline{AF}$ soit congru à $\overline{AD}$. Ce changement mineur ne change pas le raisonnement à appliquer.

Un autre élément intéressant chez Hérigone est l'utilisation des lettres grecques comme renvoi à des conclusions partielles trouvées antérieurement. Cela indique d'où vient la conclusion partielle. On ne doit pas aller la chercher dans le texte. Cette méthode peut être utilisée en algèbre.

Hérigone est le seul à utiliser des lettres minuscules. Cependant, cela ne crée pas de confusion puisque Hérigone ne fait pas intervenir de texte.

La preuve d'Hérigone a l'avantage d'avoir une structure très claire. Les parties sont très bien divisées et identifiées. Son utilisation des symboles se rapproche de ce que l'on demande aux élèves. La façon dont il indique ses justifications est aussi un élément très important. Cette façon de faire (par numéro) est différente de la nôtre. Cependant, le modèle des deux colonnes correspond au nôtre, bien que les colonnes soient inversées. Il utilise les mêmes justifications que nous : par hypothèse et par construction. Ces deux justifications sont embêtantes pour les élèves qui en usent allègrement sans trop en comprendre la signification. Cette preuve est une occasion de leur en montrer une utilisation adéquate et justifiée.

2.3.3 Texte de Houël

HOÜEL J. (1867), *ESSAI CRITIQUE SUR LES PRINCIPES DE LA GÉOMÉTRIE ÉLÉMENTAIRE*, Paris, Gauthier-Villars, p. 17-18.

PROPOSITION 5.

Dans tout triangle isoscèle ABC (fig. 5), 1° les angles à la base ABC, ACB sont égaux entre eux ; 2° si l'on prolonge les côtés égaux AB, AC les angles formés au-dessous de la base, BDC, ECB, seront aussi égaux entre eux.

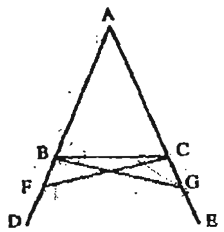


Figure 5

Sur le prolongement BD de AB, prenons à volonté un point F, et sur AE > AF, prenons une longueur AG = AF [pr. 3, note]. Joignons ensuite FC, GB.

1° Dans les triangles ACF, ABG, on a AF = AG, AC = AB, et l'angle A est commun. Donc [pr. 4]

FC = GB, ACF = ABG, AFC = AGB.

Comme on a d'ailleurs AF = AG, et AB = AC, il en résulte [ax. 3] BF = CG. Par conséquent, dans les triangles FBC, GCB, on a

BF = CG, FC = BG, BFC = BGC.

Donc [pr. 4] FBC = GCB, c'est-à-dire que les angles au-dessous de la base sont égaux.

2° De plus, BCF = CBG ; et, comme on a d'ailleurs

ABG = ACF, CBG = BCF,

il en résulte [ax. 3] ABC = ACB, c'est-à-dire que les angles à la base sont égaux.

Figure 2.4
Démonstration de Houël.

La démonstration de Houël est un mélange des façons de faire d'Euclide et d'Hérigone. Il y a du texte et des symboles. Cela rend cette démonstration plus conviviale selon nous que les deux autres. Avec Euclide, le texte est très lourd. Avec Hérigone, il faut s'approprier les symboles. Houël utilise le symbole d'égalité que l'on connaît. Ce symbole allège beaucoup le texte. Cependant, il n'utilise pas de symbole pour les angles.

Un élément très différent de ce que fait Euclide est la partie préparatoire à la démonstration. En une phrase, Houël donne l'énoncé de façon plus ou moins générale, les hypothèses et la conclusion selon la figure. Cette méthode est très différente de la nôtre.

Houël fait la même construction qu'Euclide. Cependant, elle est très précise. Il est impossible de se méprendre sur ce qu'il faut faire. Dans sa construction, il spécifie que AE doit être plus grand que AF. Les justifications ne sont pas en marge. Elles sont indiquées dans la démarche en références numériques. Comme Hérigone, ce sont les références à ce que Houël a posé avant l'énoncé à démontrer.

La partie initiale de la démonstration de Houël n'est pas un modèle que nous préconisons. Houël ne distingue pas l'énoncé, les hypothèses et la conclusion. Ces trois éléments sont confondus. L'énoncé n'est pas général. Il se rattache à la figure utilisée pour la démonstration. C'est très différent de ce qui est demandé aux élèves. Cependant, certains éléments semblent importants. D'abord sa façon de donner les justifications est différente de celle de Hérigone. La démarche qu'Euclide avait choisie n'est pas très compliquée. L'utilisation du symbole d'égalité allège beaucoup la lecture du texte de Houël, comparativement à celui d'Euclide.

Nous remarquons qu'aucun des mathématiciens n'a utilisé le concept de congruence. Euclide dit que les triangles sont égaux. Hérigone n'écrira même pas que les triangles sont égaux. Houël ne fait pas non plus directement la mention que les triangles sont égaux. Le symbole de congruence a été utilisé la première fois par Leibniz en 1679. C'est Carl Brandan Mollweide qui l'a utilisé pour la première fois dans une édition des *Éléments* d'Euclide. Le symbole d'égalité que nous utilisons aujourd'hui a été utilisé pour la première fois en 1557 par Robert Recorde. Le symbole d'égalité n'a été utilisé que par Houël. Dans son livre, Hérigone distingue la droite d'une droite qui se termine. La notation de segment (trait horizontal au-dessus des lettres) a été utilisé la première fois en 1647 par Bonaventura Cavalieri.

2.3.4 Ordre des textes

Il est possible de présenter les textes dans l'ordre chronologique ou non.

Si nous choisissons l'ordre chronologique, nous débutons avec Euclide. Les élèves auront un travail de débroussaillage à faire. Le texte d'Euclide demande une grosse analyse. Cet aspect est en lien avec la remarque suivante tirée du programme de Mathématique 536 : « On mettra autant d'effort sur la compréhension de la preuve que sur sa mécanique » (p. 28). Les élèves pourraient réécrire à leur façon les étapes de la démarche d'Euclide, c'est-à-dire les paires de triangles isométriques. En utilisant les textes dans l'ordre chronologique, nous respectons le principe de l'ontogenèse qui récapitule la phylogenèse décrit par Gulikers et Blom (2001) dans leur article. De cette façon, les élèves sentiraient toute de suite l'avantage de l'utilisation des symboles. Euclide n'écrit qu'en mots, Hérigone n'utilise que des symboles et Houël est un juste milieu entre les deux. En présentant Euclide au début, nous soumettons un texte qui présente toutes les étapes d'une démonstration telle que nous la demandons aux élèves. Ceci est une préoccupation d'enseignante. Étant donné qu'Hérigone et Houël ont réécrit Euclide, la démarche est la même. Il est intéressant de constater ce qui a changé au cours du temps dans les démonstrations. Cela aidera les élèves à constater que cela a pris du temps pour qu'on réécrive Euclide. Les élèves prendront peut-être conscience qu'il est normal qu'ils aient de la difficulté, puisqu'il a fallu, ici, presque 2000 ans avant de réécrire Euclide. Rogers (1997) parle de ce parallélisme entre les difficultés des élèves et celles rencontrées par les mathématiciens. L'ordre chronologique oblige à utiliser les textes du plus compliqué au plus simple.

Si nous choisissons un ordre qui n'est pas chronologique, nous pourrions faire le texte de Houël en premier, suivi du texte d'Hérigone et le dernier texte serait celui d'Euclide. Cette démarche est plus aisée pour les élèves. Le texte de Houël est plus convivial. L'utilisation des mots et des symboles facilite la compréhension et le suivi de la démonstration. Il ne faut pas se limiter à la lecture de mots (Euclide) ou à déchiffrer les symboles (Hérigone) pour comprendre le texte. Les symboles utilisés par Houël sont connus des élèves. Il est toujours approprié de présenter le texte d'Euclide puisque les élèves pourront les comparer. Euclide et Houël n'ont pas la même structure. Ils pourront porter un jugement sur les deux preuves. Est-ce qu'ils préfèrent l'une plutôt que l'autre? Quelles sont les raisons de ce choix? Ernest (1994) mentionnait que l'histoire des mathématiques ne dicte pas nécessairement dans quel ordre il faut enseigner les concepts. C'est aussi ce que font ressortir Tzanakis et Arcavi dans leur article. Les principes de phylogenèse et d'ontogenèse ne doivent pas toujours être suivis. Les éléments sur lesquels s'appuient Euclide sont les mêmes sur lesquels nous nous appuyons pour faire cette démonstration. Cependant, nous utilisons les propriétés des triangles et des quadrilatères pour faire nos preuves. L'axiomatique d'Euclide fait en sorte qu'il n'a pas utilisé les propriétés des triangles pour démontrer ces premières propositions. La plupart des preuves réalisées dans le cadre du cours de Mathématiques 436 s'appuient sur les triangles isométriques (ou semblables) mais aussi sur les propriétés des triangles et des quadrilatères. Par exemple, Euclide ajoute des éléments à sa figure pour ne pas utiliser la propriété spécifiant que la hauteur d'un triangle isocèle est aussi une médiane, une médiatrice et un axe de symétrie.

Euclide est vraiment difficile à aborder comme premier texte. Il faudrait prendre beaucoup de temps pour bien analyser le texte d'Euclide. Comme nous désirons que l'activité soit relativement courte, l'analyse du texte ne doit pas être trop longue. En prenant le texte de Houël en premier, les élèves seront capables de lire et de comprendre le texte par eux-mêmes. Puis, ce sera l'analyse du texte d'Hérigone et, finalement celle du texte d'Euclide. Nous gardons Euclide pour la fin. De cette façon, les élèves auront la chance de faire deux lectures de cette preuve avant de s'attarder au texte d'Euclide lui-même. Ils auront une idée claire de la démarche d'Euclide. Les élèves pourront se situer dans le temps avec les éléments historiques qui seront présentés.

Donc, nous optons pour l'ordre anti-chronologique pour faciliter la tâche des élèves. De plus, ce choix ne contrevient pas à nos intentions. L'activité en reste une de nature historique. L'ordre chronologique n'est pas nécessairement un critère pour la réalisation de l'activité.

2.4 Présentation historique

Nous présenterons les trois mathématiciens à l'aide d'acétates PowerPoint, que nous appellerons « Présentation historique ». Les périodes historiques représentées par les mathématiciens choisis ne sont pas très connues des élèves. Ces derniers sont capables de faire référence à certains événements ou à certaines personnalités liés à ces périodes, mais ils pourraient difficilement en parler avec précision. La présentation des trois mathématiciens est accompagnée d'éléments visuels. Le premier élément est une illustration du mathématicien ou celle de quelqu'un connu de son époque. Cela permettra aux élèves de distinguer les trois mathématiciens selon leur époque et de les comparer facilement selon un critère qu'ils connaissent (l'habillement et l'apparence physique). Ils pourront énoncer leurs réflexions sur ce sujet facilement. Le deuxième élément visuel est une construction de l'époque. Les élèves pourront ainsi se rendre compte où en était l'Homme dans les constructions (bois, pierre, métal,...) à chacune des époques. Pour Hérigone et Houël, une troisième image fait référence à un événement qui s'est produit au Québec (ou au Canada) à la même époque. Certaines de ces images seront reproduites sur les textes. Les images accompagnent des informations relatives à la vie des mathématiciens. Nous présenterons les mathématiciens dans le même ordre que nous les utiliserons soit : Houël, Hérigone et Euclide (voir section 2.3.4). Les élèves feront référence aux éléments plus facilement.

Puis, nous présenterons la structure des *Éléments* d'Euclide. Cette structure est importante dans le cadre de la démarche que nous faisons avec les élèves. Un de nos objectifs d'enseignante est que les élèves comprennent le fonctionnement d'une démonstration et sa raison d'être. Les élèves se demandent toujours ce qu'ils peuvent utiliser pour faire une démonstration. La structure des *Éléments* cherche à répondre à ce problème. Euclide utilise les définitions, les notions communes, les demandes et toute autre proposition précédemment démontrée. C'est un élément que nous voulons que les élèves découvrent. Les élèves auront la chance de voir et de se faire lire la définition qu'Euclide a écrite du terme *point* dans son premier livre. Ensuite, nous présenterons l'énoncé de la proposition 5. Pour les élèves, un énoncé tel que *Dans un triangle isocèle, les angles opposés aux côtés congrus sont congrus* est une propriété de la figure triangle isocèle. Il est possible que les élèves ne sentent pas le besoin de faire la démonstration de cette propriété. Depuis le début du secondaire, les élèves apprennent les propriétés des figures telles que les triangles et les quadrilatères. Jamais les enseignants n'ont laissé entendre qu'il faudrait, plus tard, démontrer ces énoncés. Les élèves les ont appris comme un fait établi, et non à établir... Il y aura une discussion autour de la nécessité de faire la preuve. Il est important de trouver une motivation à cette démonstration. Est-ce que cette propriété est toujours vraie? Une allusion à la géométrie sphérique permettra de discuter de la nécessité de faire cette preuve. L'idée est de montrer aux élèves que les énoncés vrais pour la géométrie euclidienne ne le sont pas pour d'autres types de géométrie. Un exemple, facilement accessible pour les élèves, est la somme des angles dans un triangle. En géométrie sphérique, la somme n'est plus de 180°. Un triangle tracé sur une sphère dont un sommet est l'intersection de deux grands cercles et dont les deux autres sommets sont situés sur le grand cercle à l'équateur du premier sommet est un triangle qui possède deux angles droits. Les élèves sont ainsi confrontés à un triangle dont la somme des angles, bien qu'elle ne soit pas toujours constante, est plus grande que 180°. La propriété tant connue des élèves n'est plus toujours vraie. Le besoin d'en faire la démonstration devrait leur apparaître.

Voici une description détaillée de la « Présentation historique » (APPENDICE B):

Le titre de la présentation historique *Proposition 5* est très anodin. Il fait appel à la cinquième proposition des *Éléments* d'Euclide. C'est cette proposition qui est démontrée de trois façons différentes. Il y a aussi la présentation des trois mathématiciens dont le texte sera étudié.

Les trois diapositives suivantes correspondent à la présentation de chacun des mathématiciens.
La deuxième diapositive est la page de présentation de Houël. On y retrouve les informations suivantes : ses années de naissance et de décès, sa profession, sa formation, le refus du poste à l'Observatoire de Paris, le titre du livre qu'il a écrit. On y voit aussi sa photo, deux images du pont Victoria (construction en métal) et une représentation du tableau *Les Pères de la Confédération.* Lors de la prestation, nous indiquons aussi qu'il a fait ses cours de mécanique céleste à la Sorbonne.
La troisième diapositive est la présentation d'Hérigone. On y indique les années de naissance et de décès, son lieu de résidence, son pseudonyme, le système de correspondance entre les lettres et les chiffres qu'il a créé, ainsi que les noms sous lesquels il a publié. Étant donné qu'il n'existe pas de représentation d'Hérigone, nous avons choisi un personnage de la même époque. Le choix s'est arrêté sur René Descartes. Les élèves ont peut-être déjà entendu ce nom. L'élément architectural est une construction en pierre : la Basilique Saint-Pierre à Rome. Le buste de Laviolette représente la fondation de Trois-Rivières. Lorsque nous présentons le système de correspondance entre les lettres et les chiffres, nous donnons pour exemple l'expression *catador* : elle correspond à 3,14159. Nous précisons aussi les domaines dans lequel il a publié sous chacun des pseudonymes.
La quatrième diapositive est la page de présentation d'Euclide. On y présente l'époque de son existence, son lieu de travail, son texte (*Les Éléments*) et la différence du sens donné au terme droite par Euclide et par nous. Il y a deux représentations d'Euclide et une du Parthénon, pour faire référence aux Grecs. Nous précisons le sens qu'Euclide donnait au terme « droite », qui n'est pas le nôtre. Cette différence peut causer des difficultés lors de la lecture du texte, si elle n'est pas mise en évidence avant.
La cinquième diapositive est la présentation du texte d'Euclide : *Les Éléments.* Nous y présentons aussi la structure du livre. Un lien hypertexte permet de présenter la définition du point qu'Euclide a donnée. Nous en faisons la lecture. Nous expliquons aussi la façon de procéder d'Euclide pour les démonstrations.
La sixième diapositive expose la proposition 5 du premier livre des *Éléments*. Une représentation de cette proposition accompagne l'énoncé. Nous énonçons l'équivalent à celui-ci pour nous.

La septième diapositive aborde la nécessité de faire des preuves en questionnant les élèves. Nous voulons que les élèves sentent la nécessité de faire la démonstration. Nous utilisons la géométrie sphérique pour motiver la démonstration.

2.5 Structure de la cueillette de données

Nous recueillerons nos données au moyen de questionnaires écrits. Les élèves auront les textes entre les mains. Chacun des trois textes est accompagné d'un questionnaire. Les questions portent directement sur le texte pour l'analyser et sur les informations contenues dans la présentation historique. Les élèves doivent avoir écouté la présentation et avoir lu le texte pour être aptes à répondre aux questions. La plupart des questions seront traitées en équipe.

Finalement, les élèves auront un quatrième questionnaire écrit. Ce questionnaire comporte les questions ayant un lien plus direct avec les questions de recherche. Ces questions demanderont aux élèves d'avoir vécu l'activité dans son ensemble. Les réponses des élèves devraient être personnelles. Il n'y a pas de réponse unique. Ce questionnaire se fera individuellement.

2.6 Choix des questions du questionnaire écrit donné aux élèves

À la suite de l'évaluation des textes, nous avons déterminé les questions à poser aux élèves lors de l'activité. Chaque question est accompagnée des raisons pour lesquelles elle a été choisie. Ces raisons ne sont pas toutes liées à la recherche. Toutefois, nous expliciterons en quoi elles ont un lien avec les objectifs de l'expérimentation.

Des erreurs grammaticales se sont glissées lors de la composition des questions. Ces erreurs seront corrigées dans le texte, mais pas dans les Appendices qui reprennent intégralement ce qui a été présenté aux élèves. Lors de la première occurrence de la question nous écrirons la forme erronée, suivie de la forme corrigée. Par la suite, nous utiliserons toujours la forme corrigée.

2.6.1 Questions en lien avec le texte de Houël

Éléments à aborder

Avec Houël, les élèves doivent prendre conscience de la stratégie utilisée pour faire cette démonstration. Un autre aspect intéressant est la façon dont Houël note ses justifications.

Questions et justification

Quelles sont les différences et les ressemblances entre les notations utilisées par Houël et celles que nous utilisons?

La première question porte sur les différences entre les notations que Houël a utilisées et celles que nous utilisons. L'intention de cette question est que les élèves portent attention aux notations, leur signification et leur utilité. Ils pourront aussi déterminer les avantages d'utiliser des symboles. C'est exactement ce que mentionnent Tzanakis et Arcavi (2000) : «Then, with the aid or original material, or even simple extracts from it both the teacher and the learner may become aware of the advantages and/or disadvantages of modern forms of mathematics» (p. 205-206). C'est aussi un des aspects abordés dans la section 2.1.3.

Quelle est la stratégie utilisée pour démontrer que dans un triangle isocèle, les angles opposés aux côtés congrus sont congrus? Décris cette stratégie en mots sans réécrire la preuve. Quelles sont les étapes de cette preuve?

La deuxième question consiste à déterminer la stratégie que Houël a utilisée pour faire sa démonstration. Cette stratégie est la même pour Hérigone et pour Euclide. Nous croyons que c'est avec Houël qu'il est le plus simple de l'identifier. Les élèves pourront utiliser ce point de repère dans la lecture et l'analyse des autres textes.

À partir du texte de Houël, écris à notre façon la preuve que les triangles ACF et ABG sont isométriques.

La dernière question en lien avec le texte de Houël est celle où les élèves doivent reproduire une partie de la démonstration de la proposition. Les élèves doivent réécrire la démonstration que les triangles ACF et ABG sont isométriques à leur façon; c'est-à-dire avec la structure et les symboles qu'ils utilisent normalement. De cette façon, les élèves se ramènent à ce qu'ils connaissent et peuvent faire des liens avec la façon de faire de Houël. Nous avions discuté de cette possibilité dans la section 2.1.3. C'est un autre moyen de rattacher les mathématiques à un aspect plus humain.

2.6.2 Questions en lien avec le texte d'Hérigone

Éléments à aborder

Maintenant que les élèves connaissent l'idée de la preuve, il est possible d'aller chercher des éléments plus en profondeur. Nous voulons faire porter l'attention des élèves sur le fait que les étapes sont clairement indiquées (hypothèses, conclusion, construction et démonstration). Un autre élément important est la structure en deux colonnes qu'utilise Hérigone. Hérigone utilise les lettres grecques pour faire des renvois. Cette façon de faire devrait être présentée aux élèves. Ils pourront la réutiliser en algèbre. Nous voulons présenter des utilisations adéquates des justifications : par hypothèses et par construction. Finalement, l'aspect symbolique d'Hérigone est très important. Il serait intéressant de demander aux élèves de faire la construction de la figure à partir de l'énoncé écrit symboliquement.

Questions et justifications

Quelles sont tes impressions en regardant le texte d'Hérigone au premier coup d'œil? Y a-t-il des éléments qui te « frappent »?
La première question demande aux élèves de livrer leurs premières impressions lorsqu'ils regardent le texte d'Hérigone. Les élèves s'impliqueront individuellement dans ce texte. Ils développeront une curiosité face à ce texte. En donnant leurs impressions sur le texte, ils s'approprient en partie la représentation. Ils rattachent un texte mathématique à des émotions, des impressions.

À partir du texte d'Hérigone, complète la figure. (complète la figure sur le texte d'Hérigone).
La deuxième question demande de compléter le schéma d'Hérigone à partir du texte de la démonstration. C'est une habileté que les élèves doivent développer. Les élèves sont habitués à avoir la figure. Ils devraient être capables de construire la figure à partir d'un énoncé. Cette question fait appel à la mécanique de la preuve (voir section 2.1.3).

En quoi la construction d'Hérigone est différente de celle de Houël?

La troisième question porte sur la différence entre la figure de Houël et d'Hérigone. Avec les questions qui suivent, les élèves constateront qu'il n'y a pas qu'un seul chemin possible, lorsqu'on fait une démonstration. Il y a différentes façons de faire. La comparaison des différentes façons de faire peut piquer la curiosité des élèves. Nous avons traités de cette idée dans la section 2.1.3.

Quelles sont les différences et les ressemblances entre les notations utilisées par Hérigone et les nôtres?

La quatrième question est la comparaison des symboles et notations de Hérigone et des nôtres. Les élèves pourront se rendre compte que le symbole d'égalité n'a pas toujours eu la forme qu'on lui connaît. Les objectifs sont les mêmes que pour la première question de Houël (voir section 2.6.1).

À la première ligne de la démonstration, Hérigone écrit constr. À la deuxième ligne, il écrit hyp. Que signifient et à quoi servent ces deux termes?

La cinquième question fait référence à la façon dont Hérigone apporte certaines justifications. Ce sont des justifications que les élèves connaissent et qu'ils ont parfois de la difficulté à utiliser. Ils verront une utilisation adéquate de la justification *par hypothèse* et de la justification *par construction.* Cela rejoint l'objectif du MEQ de comprendre la mécanique de la preuve.

Aux lignes 4 à 6 de la démonstration, Hérigone utilise des lettres grecques (α, β et γ). À quoi servent ces lettres dans la preuve d'Hérigone?

La sixième question porte sur une technique à laquelle les élèves sont plus ou moins habitués. Les lettres grecques sont des références pour réutiliser l'affirmation identifiée par la lettre grecque plus loin dans la démonstration sans réécrire la justification. Ils pourront utiliser cette méthode lors de la rédaction de démonstration, mais aussi en algèbre. L'utilisation de différentes méthodes peut piquer la curiosité des élèves. Ils peuvent constater qu'il y en a plusieurs possibles et acceptées. C'est un aspect qui peut aider à modifier la perception que les élèves ont des mathématiques.

À quoi servent les colonnes étroites dans le texte de Hérigone?

La septième question demande aux élèves à quoi servent les colonnes. Les élèves feront le lien entre ces colonnes et notre structure de démonstration (affirmation et justification). C'est une fois de plus un aspect de comparaison avec nos méthodes. Les élèves auront la chance de se rendre compte que les mathématiques se font depuis longtemps sous une forme qu'ils connaissent.

Est-ce que l'on retrouve les mêmes étapes chez Houël?

Est-ce que la stratégie d'Hérigone est la même que celle de Houël?

Les questions 8 et 9 permettent de faire des comparaisons avec le texte de Houël.

L'intention de Hérigone était d'écrire le texte sans qu'il soit nécessaire de connaître une langue en particulier. Est-ce que son objectif est atteint?

La dixième question fait un lien avec les intentions d'Hérigone lorsqu'il a écrit son texte. Les élèves auront la chance de porter un jugement sur cette intention d'Hérigone. Cette question les amènera à regarder différemment le texte d'Hérigone.

2.6.3 Questions en lien avec le texte d'Euclide

Éléments à aborder

Finalement, le dernier texte sera celui d'Euclide. Les élèves seront à l'aise avec l'idée de la démonstration. Ils auront plus de facilité à comprendre le texte d'Euclide. La structure de la démonstration d'Euclide est semblable à la nôtre. Les élèves reconnaîtront facilement les étapes de la démarche. Les élèves feront un parallèle entre Euclide et Hérigone : les étapes qui sont mises en évidence et de quelle façon. Comme les élèves se seront familiarisés avec la démonstration, ils seront peut-être en mesure de déterminer l'intention des différents paragraphes de la démonstration. Un autre élément important ici est que les élèves constatent l'avantage de l'utilisation des symboles. Ils n'auront pas de difficulté à le faire. Finalement, Euclide avait une façon particulière de justifier ses affirmations. Les élèves doivent prendre conscience de cette méthode.

Questions et justifications

Quelles sont tes impressions en regardant le texte d'Euclide au premier coup d'œil? Y a-t-il des éléments qui te frappent?

La première question demande aux élèves de livrer leurs premières impressions lorsqu'ils regardent le texte d'Euclide. Les élèves s'impliqueront individuellement dans ce texte. Ils développeront une curiosité face à ce texte. En donnant leurs impressions sur le texte, ils s'approprient en partie la représentation. Ils rattachent un texte mathématique à des émotions, des impressions.

Le texte d'Euclide est séparé dans ces différentes parties. Deux de ces parties dans la colonne de gauche ne sont pas identifiées. Identifier les sur le texte.[6]
(Le texte d'Euclide est séparé dans ses différentes parties. Deux de ces parties ne sont pas identifiées dans la colonne de gauche. Identifie-les sur le texte.)
La deuxième question demande aux élèves d'identifier deux parties de la démonstration d'Euclide. Les deux parties manquantes sont l'hypothèse et la conclusion. Lorsque les élèves font des démonstrations, ils doivent identifier ces deux informations dans leur rédaction. Nous croyons que les élèves peuvent facilement les identifier dans le texte d'Euclide. C'est une première étape pour l'analyse de ce texte. Tout comme la cinquième question sur le texte d'Hérigone, cette question rejoint les préoccupations du MEQ quant à la mécanique de la preuve.

La démonstration d'Euclide est constituée de trois paragraphes. Détermine ce que fait Euclide à chacun de ces paragraphes.
La troisième question permettra aux élèves de décortiquer le texte. C'est une question relativement générale pour chaque paragraphe. La réponse n'a pas besoin d'être très élaborée. Les élèves devraient se rendre compte que ce sont les mêmes étapes que pour les deux autres textes. Un élève qui irait comparer ces paragraphes avec les autres textes démontrerait qu'il fait des liens.

Voici l'énoncé de la proposition 4, qui dans le texte de Euclide précède la proposition 5 : Si deux triangles ont deux côtés égaux à deux côtés, chacun à chacun, et s'ils ont un angle égal à un angle, celui contenu par les droites égales, ils auront aussi la base égale à la base, les triangles seront égaux et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que les côtés sous-tendent. À quoi correspond cet énoncé pour nous?
La quatrième question permet aux élèves de faire le lien entre notre énoncé du cas d'isométrie des triangles CAC avec l'énoncé de la proposition 4 d'Euclide. Les élèves apprennent les trois cas d'isométrie des triangles ensemble. Or, la démarche d'Euclide n'est pas du tout la même. Ainsi la proposition 4 d'Euclide est le cas d'isométrie CAC, mais la proposition 5 n'est un pas un autre cas d'isométrie. Dans son axiomatique, les cas d'isométrie des triangles ne sont pas regroupés. Nous ne sommes pas certaines que les élèves feront ce constat.

---

[6] Nous avons corrigé une erreur d'orthographe dans cette question. Nous conservons cette correction pour la rédaction du mémoire. Cependant, l'erreur est conservée dans les Appendices puisqu'on y retrouve les documents remis aux élèves.

Où retrouvez-vous un libellé semblable à celui de la proposition 4 dans la démonstration d'Euclide?
Maintenant que les élèves connaissent le sens de la proposition 4, ils peuvent plus facilement déterminer où un libellé semblable peut se retrouver. Les élèves pourront utiliser leur réponse à la troisième question pour répondre à cette cinquième question.

En t'appuyant sur les énoncés de la proposition 3, de la demande 1 et de la notion commune 3, indique de quelle façon Euclide précise à quels énoncés font référence ses justifications.
La sixième question forcera les élèves à tenter de déterminer quel est le procédé qu'Euclide utilise pour justifier ces affirmations. C'est une question difficile. L'analyse que les élèves auront faite en répondant aux questions précédentes pourra les aider à répondre à celle-ci. Ici encore, nous mettons en évidence différentes façons de faire.

2.7 Questionnaire de comparaison des trois textes en lien direct avec la question de recherche

Dans cette section, nous présentons et justifions les questions choisies pour recueillir de l'information plus directement sur les questions de recherche.

Pour chacun des textes (Houël, Hérigone et Euclide) déterminez un élément que vous aimez (☺) et un élément que vous n'aimez pas ou que vous aimez moins (☹).
Cette première question nous permettra de déterminer les aspects des textes que les élèves apprécient plus ou moins. Nous croyons aussi que cette question devrait nous donner des indications sur la perception que les élèves ont des mathématiques. De plus, les élèves compareront les textes sous différents aspects selon leur intérêt ou leur perception des mathématiques. Cette question permettra de préciser les différents aspects qui ont intéressés les élèves. Par exemple, un élève qui aime les défis pourrait être très intrigué par l'écriture d'Hérigone. Il pourrait être intéressant de constater si une démonstration claire pour un élève l'est tout autant pour un autre. Certains élèves seront certainement plus à l'aise avec un texte en mots plutôt qu'avec un texte en langage symbolique.

Quel texte préférez-vous? Pourquoi?
Cette seconde question est en lien direct avec l'utilisation des textes anciens et l'humanisation des mathématiques. À travers leur choix et leur explication, les élèves pourraient nous donner des informations quant aux aspects affectifs qu'ils ont retenus ou appréciés. Est-ce que les élèves auront

retenus le langage utilisé, l'âge des textes, les différences avec d'autres textes? Nous pourrions avoir des indications sur leur perception des mathématiques.

Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? Pourquoi?

La troisième question tente de faire un lien entre la présentation du mathématicien et l'intérêt ou la façon dont les élèves ont abordé le texte de ce mathématicien. Peut-être que le fait d'avoir entendu parler de l'auteur du texte, du contexte de son époque (présenté sommairement) peut éveiller les intérêts des élèves. Ils auront la chance de constater que malgré les événements de chacune des époques, il y avait des mathématiques qui se faisaient et que des gens s'intéressaient aux mathématiques.

Est-ce que le fait que les textes soient anciens a suscité ta curiosité ou si cela t'a plutôt déplu? Pourquoi?

La quatrième question est plutôt axée sur l'utilisation de textes anciens. L'utilisation de textes anciens est une suggestion faite par le programme de l'École québécoise. Nous cherchons à savoir si cela intéresse les élèves ou non. Les auteurs des deux articles résumés dans le chapitre 1 accordent une importance à l'utilisation de textes anciens. Dans la section 2.1.3, nous avons discuté de l'utilisation des textes anciens. Parmi nos intentions, nous voulions que les élèves comparent les textes avec ce qu'ils connaissent des mathématiques. Nous croyons que les explications des élèves pourraient élaborer leur réponse en ce sens. Nous avions déterminé différentes natures d'information qui pourraient susciter la curiosité des élèves. Les précisions des élèves pourraient nous renseigner à ce propos.

Est-ce que le fait de faire des mathématiques de cette façon est plus ou moins intéressante pour toi que ce que tu fais ordinairement? Pourquoi?

La cinquième question demande aux élèves de dire s'ils aiment cette façon de faire des mathématiques. C'est probablement différent de ce qu'ils font ordinairement en classe. Nous cherchons à savoir si ce type d'activités les intéresse. Cette question pourrait nous donner des indications sur la perception que les élèves ont des mathématiques. Il est possible que les élèves laissent présager un changement de leur perception des mathématiques en détaillant leur réponse.

Cette question est mal formulée. Une formulation plus appropriée aurait été : *Est-ce que cette façon de faire est plus ou moins intéressante, pour toi, que ce que tu fais ordinairement?* Nous corrigerons la question dans le texte, mais pas dans les Appendices qui reprennent intégralement ce qui a été présenté aux élèves.

2.8 Structure finale de l'expérimentation

Nous avons discuté de l'organisation de l'expérimentation. Nous retrouvons ici toutes les étapes de cette expérimentation.

1- Présentation des mathématiciens (PowerPoint) (10 à 15 min.)

Les trois tableaux suivants présentent le déroulement de l'expérimentation: les actions de l'animateur et les étapes de la présentation historique en tant que support visuel (nous les appellerons « acétates PowerPoint »). Nous avons numéroté les étapes pour faciliter la compréhension du déroulement de l'activité.

Dans les tableaux qui suivent :

- nous entendons par « clic » l'action d'appuyer sur le bouton de la souris. Cette action peut faire changer la page ou comme on le sous-entend ici, ajouter un élément à la page en cours,
- les expressions en *italiques* sont les libellés exacts que l'on retrouve sur les acétates PowerPoint.

2- Texte de Houël (25 à 30 minutes)

Tableau 2.1 : Déroulement de l'activité en lien avec le texte de Houël

Action de l'animateur	Acétates PowerPoint
	1. Au changement de page, le nom de Houël apparaît
2. Distribution du questionnaire et invitation à répondre à la première question	
3. Distribution du texte	3. Clic : *Lire le texte*
	4. Clic : *Répondre aux questions* Deux images apparaissent : photo de Houël et Tableau des Pères de la Confédération
Temps pour lire le texte et répondre aux questions	
5. L'animateur peut circuler pour répondre aux questions ou donner des indications aux équipes.	
6. Retour sur le texte.	6. Clic : *Quelle est la stratégie pour démontrer l'énoncé?*

3- Texte d'Hérigone (25 à 30 minutes)

Pour Hérigone, il y aura une présentation des éléments qui sont nécessaires à la démonstration de l'énoncé. Par cette présentation, nous voulons que les élèves voient comment se présentait le livre d'Hérigone. Il est écrit en latin, en ancien français ainsi qu'en un symbolisme propre à Hérigone. Les deux langues étaient utilisées en parallèles. On ne retrouve plus ceci dans nos manuels.

Tableau 2.2 : Déroulement de l'activité en lien avec le texte d'Hérigone

Action de l'animateur	Acétates PowerPoint
	1. Au changement de page, le nom d'Hérigone apparaît
2. Distribution du questionnaire et invitation à répondre à la première question	
3. Distribution du texte	3. Clic : *Quelles sont vos premières impressions?*
	4. Clic : Lien hypertexte présentant la première page du livre d'Hérigone
	5. Clic : deux images apparaissent : image de René Descartes et buste de Laviolette
6. L'animateur invite à lire le texte et à répondre aux questions	6. Clic : *Lire le texte*
	7. Clic : *Répondre aux questions*
Temps pour lire le texte et répondre aux questions	
8. L'animateur peut circuler pour répondre aux questions ou donner des indications aux équipes.	
9. Retour sur le texte.	9. Clic : *Utilisation des lettres grecques*
	10. Clic : *Les colonnes*

4- Texte d'Euclide (20 à 25 minutes)

Tableau 2.3 : Déroulement de l'activité en lien avec le texte d'Euclide

Action de l'animateur	Acétates PowerPoint
	1. Au changement de page, le nom d'Euclide apparaît
2. Distribution du questionnaire et invitation à répondre à la première question	
3. Distribution du texte	3. Clic : *Quelles sont vos premières impressions?* Deux images apparaissent : une image représentant Euclide et le Parthénon
4. L'animateur invite à lire le texte et à répondre aux questions	4. Clic : *Lire le texte*
	5. Clic : *Répondre aux questions*
Temps pour lire le texte et répondre aux questions	
6. L'animateur peut circuler pour répondre aux questions ou donner des indications aux équipes.	
7 Retour sur le texte.	7. Clic : *La proposition 4*
8. Explication des séparations faites dans le texte d'Euclide.	8. Clic : Lien hypertexte présentant le texte d'Euclide sans les séparations.

5- Questionnaire final (20 minutes)

2.9 Expérimentation préalable

Cette section présente une expérimentation faite au mois de novembre 2008, dans deux groupes de Mathématique 536 à l'École Secondaire Monseigneur-A.-M.-Parent. Tout au long du texte, certaines phrases sont en caractères gras. Ce sont des questionnements, des remarques que nous nous sommes laissés dans le but d'améliorer l'activité. Ces questions et ces remarques sont numérotées pour y faire référence lors de l'analyse de l'expérimentation préalable et lors des améliorations que nous apporterons à l'activité.

2.9.1 Expérimentation préalable dans le groupe MAT536-31

À la deuxième période, les élèves du groupe MAT536-31 ont vécu l'activité. Les élèves qui sont en Musique Études sont partis à New York. Il manque donc plusieurs élèves dans le groupe. Les élèves travaillent en équipe de deux.

Premier constat, plusieurs oublis ont été faits sur la présentation PowerPoint et sur les feuilles. Dans la présentation, la figure de l'énoncé n'est pas insérée. Les images allant avec les mathématiciens lors des questions et de la lecture de leur texte ne sont pas sur la présentation multimédia. Les images en lien avec Houël et Euclide n'ont pas été insérées dans leur texte. Dans le texte d'Euclide, les mots hypothèses et conclusions sont présents.

Déroulement de la période

Première partie de l'activité (présentation des mathématiciens et de la proposition)

Le projecteur multimédia est prêt au moment où la cloche appelle les élèves en classe. Lorsque les élèves sont en classe, nous sommes prêtes à commencer. Lors de la présentation du PowerPoint, nous avons tendance à d'abord leur expliquer ce qu'est la proposition 5, d'où ça vient. La présentation de Houël a suscité une question à laquelle nous n'étions pas capable de répondre : les élèves ont voulu savoir quel poste Houël avait refusé à l'Observatoire de Paris. **1- Réponse :nous réalisons que ce n'est pas précisé dans les informations que nous avons sur lui.** Les élèves font rapidement le lien avec la Confédération quand nous leur demandons. Un élève nous a demandé pourquoi il était écrit 1899 sous la photo alors que sur le pont, il est écrit 1897. **2-C'est une information que nous voulons vérifier.** La présentation d'Hérigone n'a pas suscité de réactions ou de commentaires. La présentation d'Euclide a soulevé plus de réactions, surtout quand nous leur avons expliqué qu'il n'y avait pas vraiment de représentation exacte d'Euclide.
La présentation du livre *Les Éléments* a été sans réaction. Nous avons lu la première page, celle où il y a la définition du point ainsi qu'un texte qui l'accompagne.
L'énoncé de la proposition 5 les déroute. Les élèves ne font pas facilement le lien avec l'énoncé : Dans un triangle isocèle, les angles opposés aux côtés congrus sont congrus. Nous devons faire le raisonnement qui mène à la traduction. **3-Il faut que nous ajoutions la figure de cet énoncé sur la présentation PowerPoint.** Nous avons passé plutôt rapidement sur la nécessité de faire la preuve de l'énoncé. Nous avons amené l'idée d'Euclide de bâtir une base solide.

Deuxième partie (travail sur les textes)

Houël

Nous avons distribué le texte de Houël. Il manquait la figure. Nous l'avons reproduite au tableau avec de la craie. Les élèves devaient la reproduire sur leur feuille. Il y a une autre erreur. À la fin du premier paragraphe, Nous avons interverti les deux premières lettres de l'angle dans la dernière ligne. Les élèves ne comprennent pas les questions. Nous avons dû expliquer les questions une par une. Pour la première questions une vulgarisation possible est : qu'est-ce qui est différent dans la façon dont Houël écrivait par rapport à la nôtre? Les élèves ont eu beaucoup de difficulté à comprendre la démarche de Houël. Pour la deuxième question, nous avons dû guider plusieurs élèves. Nous avons dû analyser la construction de la figure et leur dire où commencent les étapes. Lorsque nous avons fait le retour, très peu d'élèves avaient réussi à faire quelque chose. Nous avons expliqué la démarche de Houël étape par étape. Les élèves n'arrivent pas facilement à dire que ce que fait Houël est de montrer que les triangles sont isométriques. Nous ne croyons pas que les élèves aient eu le temps de commencer à faire la démonstration du #3.

Hérigone

Pour Hérigone, nous avons montré la première page de son manuscrit. Nous leur avons traduit le titre. Nous avons d'abord distribué le questionnaire d'Hérigone. Nous leur avons demandé de lire la première question. Avant de distribuer le texte, nous leur avons relu la question et leur avons demandé de mettre par écrit leurs commentaires au lieu de les énoncer à haute voix. Les premières impressions ont été intéressantes. Il y a eu plusieurs constats : les deux langues, les symboles. La complétion de la figure a causé beaucoup de difficultés. Les élèves ont posé des questions sur le sens du symbole $2|2$. Nous leur avons demandé ce qu'il y avait sur la ligne où il y a ce symbole. Ils ont déduit que ce symbole correspondait à l'égalité. Je leur ai parlé de $3|2$. Ils ont voulu savoir pourquoi ce n'est pas 3 ou 4 ou… À ce moment, nous voyions le temps filer. Nous avons donc demandé aux élèves de ne répondre qu'aux questions 2, 5, 6 et 7. Pour la question sur les lettres grecques, cela a été ardu. Nous avons guidé plusieurs élèves en leur demandant où étaient situées ces lettres. Nous avons fait un premier retour sur la construction de la figure. Les élèves ont posé beaucoup de questions sur le sens des symboles, sur la structure. On a alors parlé des colonnes, ce qu'elles contenaient. Pendant que nous distribuions le questionnaire d'Euclide, nous leur avons demandé de répondre à la question #10 sur Hérigone.

Euclide

Pour Euclide, les premières impressions sont qu'il y a beaucoup de mots, mais que la structure est claire. Nous leur avons dit que nous avions fait cette séparation. **4-Nous ne savons pas si nous devrions mettre le texte original d'Euclide sur la présentation PowerPoint pour que les élèves aient vraiment l'impression que c'est tout tassé et ardu à lire.** Il restait seulement 15 minutes pour Euclide. Nous leur avons demandé de faire la question 3 pour les deux premiers paragraphes. Et s'ils avaient le temps, de faire les questions 4 et 5.
Deux minutes avant la fin de la période, Nous avons distribué la feuille de comparaison des trois textes et ils devaient la compléter en devoir.

C'était l'heure du dîner. Nous avons eu la chance de discuter avec une collègue qui nous a fait réaliser que nous devrions laisser de côté le rôle d'enseignante et prendre celui de chercheure. Nous avons donc décidé pour le deuxième groupe de prendre notre temps. Nous nous sommes raisonnée. Étant donné, que plusieurs élèves étaient absents, nous profitons de ce moment pour utiliser une deuxième période afin de compléter l'activité.

2.9.2 Expérimentation préalable dans le groupe MAT536-32

La même situation s'est présentée pour le groupe MAT536-32. Plusieurs élèves étaient en voyage à New York.

Déroulement de la période

Première partie de l'activité (présentation des mathématiciens et de la proposition)

À la quatrième période, nous avions un peu moins de temps pour nous préparer. Nous avons dû brancher et démarrer le système de projection pendant que les élèves arrivaient dans la classe.

Nous avons commencé la présentation. Nous réalisons que nous commençons toujours la présentation en parlant des *Éléments* d'Euclide. **5-Nous devrions peut-être changer l'ordre de la présentation.** Pour la présentation de Houël, nous avons eu la même question que dans l'autre groupe. Eux aussi ont facilement fait le lien entre 1867 et la Confédération. La présentation d'Hérigone a suscité beaucoup de réactions. Ils ont trouvé bizarre qu'il utilise deux pseudonymes. La présentation d'Euclide a été correcte. Pour l'énoncé, nous avons tout de suite parlé du vocabulaire utilisé par Euclide. **6-Nous croyons que c'est le meilleur endroit pour placer cet élément.** Puis nous avons abordé la nécessité de faire la preuve de cet énoncé. Nous avons abordé l'idée que depuis qu'ils apprennent les propriétés des figures géométriques, il n'a jamais été question que ces propriétés devraient être démontrées. Elles sont présentées comme des faits, et non comme des affirmations à démontrer dans un avenir plus ou moins rapproché. Ils ne sont pas du tout convaincus de la nécessité de faire cette démonstration. Nous avons fait le lien avec la géométrie sphérique et la somme des angles dans un triangle. Nous avons fait le dessin au tableau. **7- Nous croyons que nous devrions avoir un ballon pour faire la démonstration que la somme des angles n'est pas toujours 180°.** Nous avons reposé la question. À ce moment, les élèves sentaient plus le besoin de faire la démonstration.

Deuxième partie (travail sur les textes)

Houël

Nous avons décidé de donner plus de temps aux élèves pour qu'ils puissent répondre aux questions. Nous avons d'abord distribué la feuille avec les énoncés des propositions, notions communes et demandes. Nous avons expliqué ce qu'était cette feuille. Pendant qu'un élève distribuait le texte de Houël, Nous avons dessiné la figure au tableau. Pour nous assurer que les élèves comprennent bien les questions, nous avons pris quelques minutes avec eux pour les lire et les expliquer. Pour la première question, un élève a dit que c'était plus ou moins clair pour lui. Nous lui avons demandé de dire ce qui était clair pour lui. Un autre élève a donné un exemple de ce qu'il comprenait. Nous avons donc pu confirmer que l'élève avait bien compris ce que la question voulait dire. Pour la deuxième question, nous avons indiqué à quel endroit commence l'analyse pour trouver la stratégie. Les élèves ont beaucoup de difficultés à établir que ce que fait Houël, c'est de déterminer des triangles isométriques. Les élèves n'ont pas l'habitude de faire ce genre d'analyse, ils ne prennent pas la peine d'écrire sur leur figure. Le retour est très important. **8-Peut-être est-ce que nous devrions commencer l'analyse avec eux et plutôt, demander toutes les étapes?** Lors du retour, nous avons fait la démarche de Houël au complet. **9-Il faudrait que nous ayons un lien pour la démarche avec Cabri ou autre**

chose pour expliquer le raisonnement. C'était important pour nous que les élèves comprennent la démarche au complet. Nous avons complètement oublié la présentation PowerPoint. Ici, encore les élèves n'ont pas eu le temps de faire la démonstration. **10-Nous pourrions peut-être la laisser en devoir?**

Hérigone

Par la suite, nous avons distribué le questionnaire en lien avec le texte d'Hérigone. Nous leur avons demandé de commencer à lire les questions. Nous avons rappelé, comme à l'autre groupe, de noter leur commentaire et non de les énoncer à haute voix. Nous leur avons donné quelques minutes. Puis ils ont partagé ce qu'ils avaient écrit : les deux langues, les symboles, la structure en colonne. Pour la deuxième question, nous avons fait avec eux la lecture du texte pour donner le sens de certains symboles. Nous leur demandons d'abord ce que signifie les grands titres (hypoth., requis π demonstr, praepar, demonstr). Ils sont facilement capables de dire ce qu'ils signifient. Pour le symbole $2|2$, nous leur demandons de faire l'analyse de la première ligne où on retrouve ab et ac. Les élèves disent facilement que $2|2$ veut dire =. Il y a le symbole '*sont en ligne droite*' et le mot 'arbitraire'. Puis nsou les avons laissé travailler. Alors qu'il ne restait que 10 minutes à la période, j'ai fait la figure au tableau. Puis nous leur avons demandé de répondre aux questions 3 et 4 avant de quitter. La période s'est terminée rapidement, mais nous comptons terminer jeudi matin.

L'expérimentation préalable s'est poursuivie comme prévu. Les élèves ont complété le questionnaire en lien avec le texte d'Hérigone. Ils ont répondu au questionnaire en lien avec le texte d'Euclide. Cependant, nous avons oublié de prendre des notes sur le déroulement de la fin de l'activité.

2.9.3 Analyse des résultats de l'expérimentation préalable en lien avec les questions de recherche

Les résultats compilés sont les réponses des élèves aux questions de comparaison des textes.

3. Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? Pourquoi?

À cette question, neuf élèves ont répondu oui. C'est donc moitié-moitié. Pour ceux qui ont répondu non, nous constatons une fermeture. Les élèves ne sont pas ouverts aux nouveautés. Pour eux, lire un texte mathématique ou un roman semble être la même chose. Leur approche ne change pas. Les élèves ne se sentent pas aptes à porter un jugement ou à changer leur approche. C'est la première fois qu'ils font ce type d'exercice. Pour d'autres, les mathématiques sont des mathématiques. Que ce soit sous forme de texte, de notes de cours, d'exercices, ça ne change rien. C'est mathématique. Pour ceux qui ont répondu par l'affirmative, nous sentons un peu plus l'attrait pour l'aspect historique. Pour certains, cela donne de la crédibilité aux mathématiciens, d'autres ont pu contextualiser la période de l'écriture et comprendre la façon de voir les choses des mathématiciens.

Ces résultats nous permettent de faire un premier constat quant à l'humanisation des mathématiques. Les élèves ayant répondu par l'affirmative ont rattaché les mathématiques à un aspect humain. Si la présentation des mathématiciens donne un statut plus sérieux, c'est que l'élève prend conscience que le mathématicien n'est pas un être parmi peut-être plusieurs autres ou bien sorti de n'importe où. Il devient quelqu'un en particulier. La contextualisation de la période est une « action » humanisante.

4. Est-ce que le fait que les textes soient anciens a suscité ta curiosité ou si cela t'a plutôt déplu? Pourquoi?

Les réponses à cette question ont été séparé en trois groupes : Suscité la curiosité, Plutôt déplu et Neutre. Il y a neuf réponses dans Plutôt déplu, huit dans Suscité la curiosité et un dans Neutre. Les élèves ayant répondu Suscité la curiosité ont des justifications plus longues. Ce sont ces réponses qui sont parfois orientées vers l'histoire. Les élèves parlent de la façon dont les mathématiciens ont développées leurs idées et comment les mathématiques étaient utilisées. Pour ceux qui ont répondu Plutôt déplu, ils font beaucoup appel au niveau de difficulté de l'activité et aux difficultés rencontrées au cours de l'activité.

5. Est-ce que cette façon de faire est plus ou moins intéressante, pour toi, que ce que tu fais ordinairement?

À cette question, les élèves ont donné des réponses sur la forme de l'activité, et non sur son contenu. Les élèves ont apprécié le travail d'équipe, de ne pas prendre de notes de cours. Ce qui rendait l'activité moins intéressante était surtout lié au niveau de difficulté de l'activité. C'est dans les réponses ambiguës que nous avons trouvé le plus d'aspects relatifs à l'humanisation.

Les résultats ne sont pas très encourageants. Malgré un certain intérêt de la part des élèves lors de la présentation, les réponses des élèves ne laissent presque pas de trace de l'humanisation. À travers les réponses, les élèves font très peu de liens avec l'histoire. Il y en a quelques-uns. Ils sont très minimes. Cela ne nous aidera pas à répondre à notre question. Les réponses des élèves ne guident pas vraiment en ce sens, quoiqu'elles donnent d'autres indications. Les élèves ont surtout parlé de la mathématique : les symboles, la structure, le vocabulaire, les figures... S'ils n'abordent pas la question de façon plus mathématique, ils abordent le déroulement de l'activité : « en équipe », « ce ne sont pas des notes de cours ». Un élément intéressant est le fait qu'ils portent un *jugement,* ils ont à faire un choix et ils sont capables de le justifier. Ils ne sont pas habitués à faire ce type d'exercices en mathématiques. Ces réponses, même si elles ne répondent pas clairement à notre question, indiquent qu'elle est l'image que les élèves ont des mathématiques. Cette image est très homogène. Les mathématiques sont des calculs, un peu de démonstration. Ils ne voient pas d'évolution dans les mathématiques. Elles sont figées. C'est comme cela, c'est immuable.

Pour expliquer pourquoi les réponses ne vont pas dans le sens de l'humanisation, il y plusieurs hypothèses. Premièrement, les questions ne sont peut être pas orientées de la bonne façon. Presque toutes les questions portent sur les textes. Les questions posées ne laissaient pas beaucoup de place aux élèves pour parler d'histoire. Les questions ne doivent pas être uniquement orientées vers les textes. Deuxièmement, les questions de l'activité elle-même ne portent que sur les textes, mise à part la dixième question pour Hérigone, où l'on aborde l'idée d'un texte universel. Il faudrait, au moyen de questions, ramener les éléments historiques lors de l'étude de chaque texte.

Les élèves vivent, probablement, ce type d'activité pour la première fois de leur vie. Ils se rattachent à des éléments qu'ils connaissent. C'est normal. Les éléments qu'ils connaissent sont les mathématiques : les symboles, les lettres, le vocabulaire, Ils vont donc répondre aux questions avec ces lunettes. Si ce n'était pas la première fois qu'ils vivaient une telle expérience, les réponses pourraient être différentes. Une réponse qu'un élève a donné à la question portant sur les textes anciens est la suivante : l'activité lui avait plutôt déplu, car *Ce n'était pas écrit comme d'habitude.* Je crois que ce genre de réponses disparaîtrait si les élèves avaient vécu quelques activités de ce genre. Les élèves développeraient une certaine ouverture.

2.10 Améliorations à l'activité

À la suite de l'analyse de l'expérimentation préalable, nous avons fait quelques modifications. Les questionnements présentés en caractère gras dans la section précédente ont forcé une réflexion. Certaines questions ont été ajoutées. Le PowerPoint a été mis à jour.

Améliorations à la Présentation historique

Lors de l'expérimentation préalable, plusieurs éléments prévus n'étaient pas présents (commentaires 3, 4 et 9). Ces éléments ont été ajoutés. Une représentation de l'énoncé a été ajoutée à la page 6. Le texte d'Euclide sans modification (voir Figure 2.1, p. 32) est présent lorsque les élèves répondent aux questions en lien avec le texte d'Euclide. Pour illustrer les différences avec notre époque, nous avons aussi insérer la page titre du livre d'Hérigone et la définition du point par Euclide. À la page 9 (Hérigone), un lien hypertexte permet de présenter aux élèves la première page du livre d'Hérigone écrite en latin et en ancien français. Cet ajout permet de montrer aux élèves qu'il y avait différentes façons de faire (deux langues). La définition du point selon Euclide est insérée avec la présentation des *Éléments* et de leur structure. L'idée de présenter la démarche de Houël avec Cabri a été abandonnée. Une autre stratégie a été utilisée (voir Amélioration du questionnaire). De plus, à la page 10, celle d'Euclide, le lien hypertexte renvoie à l'extrait de la traduction du texte d'Euclide tel que présenté dans l'article.

Amélioration de l'animation

Le commentaire 5 portait sur l'ordre de la présentation. Le questionnement portait sur le moment approprié pour parler du livre d'Euclide. Lors de l'expérimentation préalable, nous avions tendance à parler du livre d'Euclide au début. Même si cela se produit, ce n'est pas si grave. Nous donnerons plus de détails en temps et lieu. Les élèves ne posent pas vraiment de question en lien avec le titre de l'activité. L'ordre sera celui pensé initialement. La présentation des *Éléments* d'Euclide se fera après la présentation des trois mathématiciens.

Le commentaire 7 proposait l'utilisation d'un ballon de basket-ball lors de la discussion pour la motivation de la démonstration. L'utilisation du tableau n'a pas été concluante. Ce sera plus facile pour les élèves si la même démarche est faite avec le ballon. Les élèves auront plus de facilité à répondre aux questions. Pour aider les élèves à se représenter les angles droits, le ballon de basket-ball pourra être comparé à la Terre. Les élèves savent que les méridiens sont perpendiculaires à l'équateur. Les élèves se rendront compte que la somme des angles du triangle représenté sur le ballon n'est pas de 180°, mais qu'en fait elle est plus grande. Cela devrait être suffisant pour que les élèves sentent le besoin de faire une démonstration. Nous avons tenté de trouver l'énoncé équivalent à la proposition 5 en géométrie sphérique. Nous ne l'avons pas trouvé. Nous considérions l'idée de comparer avec la géométrie sphérique très intéressante pour faire ressentir le besoin de faire la démonstration. Nous avons donc choisi un autre énoncé portant aussi sur les triangles. Nous sommes conscientes que l'effet n'est pas le même, mais nous croyons que l'idée principale serait lancée.

Amélioration du questionnaire

À la suite des éléments mentionnés dans l'analyse de l'expérimentation préalable, quelques changements ont été apportés au questionnaire. Les erreurs de frappe ont d'abord été corrigées. Les schémas de l'énoncé ont été ajoutés pour chacun des textes. Celui d'Hérigone a été modifié.

Nous avons réalisé lors de la expérimentation préalable que les élèves avaient de la difficulté à comprendre la démarche de Houël. L'idée de réécrire à notre façon la démonstration que les triangles ACF et ABG sont isométriques permet de mieux comprendre le texte (commentaire 10). Il est important que les élèves aient le temps de faire cette traduction. Cet exercice leur permettra de mieux interpréter le texte. Il sera peut-être plus facile pour eux de répondre à la question de la stratégie. Nous croyons que les élèves auront plus de facilité à déterminer la stratégie de Houël s'ils font la réécriture de la preuve dans un premier temps. Donc, la réécriture de la preuve devient la deuxième question et la question de stratégie devient la troisième question. Pour Houël, l'élément important lors du retour est la stratégie. Même si les élèves n'ont pas eu beaucoup de temps pour y réfléchir, le retour permettra de remettre tout le monde sur un même pied.

Les élèves n'ont pas donné beaucoup de réponses laissant des traces d'humanisation. Pour encourager des réponses orientées sur l'aspect historique, il faut questionner les élèves sur des aspects autres que les textes. Des éléments historiques ont été amenés lors de la présentation de chacun des mathématiciens. Il faudrait questionner les élèves sur ces éléments. Pour chacun des mathématiciens, les élèves pourraient indiquer les informations de la présentation dont ils se rappellent. De cette façon, chaque texte aura aussi une question en lien avec des éléments historiques. La question suivante sera ajoutée au début du questionnaire de chacun des textes : *Qu'as-tu retenu de ce qui a été dit sur le* *mathématicien ou sur de son époque?*[7] Cette question nous permettra de déterminer quels sont les éléments de l'histoire des mathématiques qui ont le plus retenu l'attention des élèves. Ce sont ces éléments qui les auront intéressés.

Dans le dernier questionnaire, les questions sont très liées aux textes. Il faudrait laisser place à d'autres aspects. Une question qui n'est pas orientée directement vers les textes serait appropriée. La question suivante sera ajoutée au questionnaire « Comparaison des trois textes « : *6-Aimeriez-vous entendre parler des mathématiciens du passé, sans nécessairement avoir à lire leur texte, ou trouveriez-vous cela une perte de temps? Pourquoi?* Cette question nous aidera à déterminer si les élèves sont intéressés par les activités à caractère historique. En fait, cette question nous permet d'aborder la question sous un autre angle. Nous serons en mesure de détailler notre réflexion.

Pour faire l'analyse, certaines réponses ambiguës nécessitent une interprétation. Les questions qui proposent deux choix n'ont pas toujours une réponse précise. La réponse n'est pas suffisamment claire pour déterminer la pensée de l'élève. Pour permettre une réponse claire, des petites cases pour chacune des options seront ajoutées. Ainsi la réponse de l'élève aura moins de chance d'être ambiguë. L'analyse des résultats sera facilitée. Par la suite, les élèves indiquent les raisons de leur réponse.

[7] Nous avons corrigé cette question. Elle ne le sera pas dans les Appendices puisqu'on y retrouve les documents remis aux élèves.

CHAPITRE III

ANALYSE DES RÉSULTATS

Le chapitre présente l'analyse qui fait suite à l'expérimentation. Trois sections composent ce chapitre. Dans un premier temps, le déroulement de l'expérimentation sera décrit. Puis, les résultats seront présentés et analysés. L'analyse des résultats se divise en quatre parties : 1- analyse par question, 2- analyse des éléments historiques retenus par les élèves, 3- analyse par combinaison de questions et 4- deux types d'élèves. Finalement, la conclusion reprend les idées importantes de l'analyse.

3.1 Déroulement de l'expérimentation

La présente section décrit l'expérimentation. Nous y décrivons les caractéristiques du groupe, le contexte de l'expérimentation et le déroulement de l'activité. Lors de l'expérimentation, nous nous sommes filmées.

3.1.1 Caractéristiques du groupe

L'expérimentation a eu lieu à l'école secondaire Augustin-Norbert-Morin, à Ste-Adèle. Isabelle Girard, enseignante de mathématiques, a accepté de nous accueillir dans son groupe de Mathématique 536. C'est le groupe de concentration Ski. Il y a dix-huit élèves dans le groupe: quinze garçons et trois filles.

Les élèves ont l'obligation de suivre le cours Mathématique 536 pour rester dans la concentration Ski. Leur horaire est modifié de façon à leur permettre, en hiver, de faire du ski alpin deux jours par semaine (jeudi et vendredi). Ils ont donc à leur horaire sept cours de mathématiques par cycle de neuf jours. Au moment où nous sommes allée faire notre expérimentation, ils suivaient cet horaire. Ils ont donc trois jours de classe et deux jours de ski.

Cette année, les résultats varient comme dans un groupe régulier. L'enseignante nous dit que les notes varient de 50% à 98%. C'est semblable à ce que nous rencontrons dans les groupes qui ne sont pas dans un programme particulier.

Les élèves n'ont pas encore abordé le chapitre sur les Relations métriques. La dernière fois que ces élèves ont fait des démonstrations est dans le cadre du cours Mathématique 436.

3.1.2 Contexte d'expérimentation

La veille de l'expérimentation, la commission scolaire a été fermée. Les élèves n'ont donc pas eu de cours. Les élèves n'étaient au courant ni de ma venue, ni de l'activité. L'enseignante s'est arrangée avec l'enseignant de français pour que nous puissions avoir deux périodes qui se suivent. Les élèves ont donc passé l'après-midi en mathématiques avec moi.

Nous sommes consciente du fait que l'expérimentation a eu lieu dans un contexte rarement réalisable. Nous avons eu la chance de la faire dans des conditions idéales.

3.1.3 Déroulement de l'activité

Pour réaliser l'activité, nous avions les deux périodes de l'après-midi. Nous avons installé le matériel à l'heure du dîner. Lorsque la cloche a sonné, l'enseignante est allée chercher les élèves à leur local régulier. Nous les avons accueillis dans le local où le matériel était installé. En entrant, les élèves ont posé beaucoup de questions. Le tableau interactif Smartboard était nouveau pour eux. Bien que la première page était affichée, ils ont joué avec l'écran. Lorsque la période a commencé, nous avons dû revenir à la page initiale.

Nous nous sommes d'abord présentée. Nous avons expliqué aux élèves ce que nous faisions cet après-midi là avec eux. Puis, nous leur avons indiqué le matériel dont ils auraient besoin pour les deux prochaines périodes (un crayon à l'encre et un crayon à mine). Les bureaux étaient déjà placés en vue d'un travail par équipe de deux. Des équipes se sont formées naturellement. Seuls deux élèves n'étaient pas en équipe, nous leur avons demandé de se mettre ensemble.

Avec le tableau interactif Smartboard, il faut simplement appuyer sur l'écran pour faire défiler les pages une après l'autre. Nous avons commencé la présentation. Le titre de l'activité nous oblige à parler des *Éléments* d'Euclide. Nous avons demandé aux élèves s'ils connaissaient Euclide. Nous n'avons eu aucune réponse. Nous avons alors demandé si certains avaient déjà entendu ce nom. Il y a eu des réponses affirmatives.

Par la suite, c'était la présentation des trois mathématiciens. La présentation de Houël a suscité quelques réactions. Ils ont voulu savoir pourquoi Houël avait refusé le poste à l'Observatoire de Paris. Nous avons expliqué en gros le parcours de Houël : sa formation à la Sorbonne, le refus du poste à l'Observatoire de Paris, les recherches qu'il a poursuivies chez lui et son poste d'enseignant. La présentation d'Hérigone a aussi suscité des réactions. Le fait qu'il n'y ait pas de représentation d'Hérigone (photo, image) impressionne beaucoup les élèves. Ils posent deux ou trois fois la question pour s'assurer que ce n'est pas une blague. Nous avons parlé des textes qu'il a écrits sous ses différents pseudonymes. Nous leur avons expliqué le système de correspondance entre les chiffres et les lettres qu'il avait créé avec l'exemple de π, qui s'écrit *catador*. La présentation d'Euclide suscite moins de réactions. Nous leur avons parlé des images qui représentent Euclide. Nous avons mentionné le travail qu'il était venu faire à Alexandrie. Puis nous avons abordé le terme *droite* pour différencier son sens pour nous et pour Euclide. Nous avons commencé par leur demander ce qu'était une droite. Les élèves sont incapables de définir ce qu'est une droite. Nous avons donc fait la distinction entre droite et segment. Puis, nous avons défini ce qu'était une droite pour Euclide.

Ensuite, c'était la présentation des *Éléments*. Nous avons expliqué aux élèves que les 13 livres étaient comme 13 tomes qui se suivaient. Après avoir identifié le contenu du premier livre, nous avons présenté la première définition, soit celle du point. Le texte est écrit en ancien français. Nous avons lu ce texte à partir de la feuille. Les élèves pouvaient suivre sur le tableau. Nous avons aussi résumé ce que voulait dire Euclide. Nous avons ensuite fait circuler la feuille pour que les élèves puissent voir de plus près cette première page. Puis, nous avons expliqué ce qu'étaient les Demandes et les Notions Communes. Avant de terminer cette page, nous avons expliqué aux élèves la façon de procéder d'Euclide. Pour démontrer la proposition 1, il n'a utilisé que les Définitions, les Demandes et les Notions Communes. Pour démontrer la proposition 2, il pouvait utiliser la proposition 1, en plus des éléments précédents.

La page 6 de la présentation est l'énoncé. Lorsque nous demandons aux élèves ce que cet énoncé signifie, ils essaient des réponses. Ils ne réfléchissent pas. Ils n'analysent pas la figure ou l'énoncé. Quelques élèves ont parlé d'angles alternes-internes ou alternes-externes. Pour leur faire voir que ce n'était pas le cas, nous leur avons demandé s'il y avait des parallèles. Nous avons donc fait la transposition de l'énoncé dans nos mots. Nous sommes passée à la page 7, mais nous avons dû revenir en arrière : une élève nous demandait de répéter l'énoncé.

La page 7 porte sur la nécessité de faire la preuve. Pour eux ce n'est pas vraiment important. Ils sont convaincus que c'est vrai. Ils ne se posent pas de questions. Nous avons sorti le ballon de basket-ball sur lequel nous avions tracé un triangle avec du ruban. En faisant l'analogie entre le ballon et la Terre, nous avons expliqué aux élèves que le triangle avait un sommet à un pôle et que les deux autres sommets étaient sur l'équateur. En pointant les deux angles situés sur l'équateur, nous avons demandé quelle était la somme de ces deux angles. Ils ont répondu 180°. Nous leur avons alors montré le troisième angle que nous n'avions pas encore calculé. Cette petite parenthèse a suscité beaucoup de réactions. C'est fascinant de voir les élèves en conflit cognitif. Nous avons abordé minimalement les idées derrière les principes de la géométrie sphérique. Et nous les avons comparés avec ceux de la géométrie euclidienne.

Ensuite, c'était au tour des élèves d'entrer en action. Nous leur avons demandé d'écrire au crayon à l'encre. Nous leur avons mentionné que le crayon à mine ne servirait que s'ils veulent ajouter des informations lors des retours. Nous avons distribué le questionnaire de Houël. Ils devaient tout de suite répondre à la question 1. Lorsque la majorité a eu terminé, nous avons distribué le texte. Nous avons affiché la page de Houël avec les images. Les élèves devaient lire le texte et répondre aux questions 2 à 4. Comme lors de l'expérimentation préalable, nous avons clarifié la question 2 (*Quelles sont les différences et les ressemblances entre les notations utilisées par Houël et celles que nous utilisons?*) (voir Appendice A.1). Nous avons précisé ce que comprend le terme notation : les symboles qui représentent ou non les éléments de géométrie. Pendant que les élèves lisaient le texte, nous avons distribué la feuille des Propositions, des Demandes et des Notions Communes nécessaires pour la démonstration de la proposition 5 (voir Appendice A.4). Les élèves ont discuté, posé des questions. Lorsque nous avons constaté que la discussion ne tournait plus autour du texte, nous avons fait le retour. Nous sommes revenue sur la démonstration qu'ils avaient à faire. Les élèves ont eu de la difficulté à dire que les triangles étaient isométriques par le cas d'isométrie CAC. La dernière partie de ce retour était la stratégie de Houël. Nous avons alors relu le texte avec eux. Nous avons regardé ce que cela signifiait sur la figure.

Ensuite, nous avons distribué le questionnaire sur le texte d'Hérigone. Les élèves répondaient à la question 1. Lorsqu'ils avaient terminé, ils levaient la main et nous leur donnions le texte d'Hérigone. Ils répondaient à la question 2 (*Quelles sont tes impressions en regardant le texte de Hérigone au premier coup d'œil? Y a-t-il des éléments qui te « frappent »?*) (voir Appendice A.2). Lorsque tous les élèves ont reçu le texte et ont répondu à cette deuxième question, nous avons regardé le texte avec eux. Notre intention était de les guider pour comprendre certains symboles. Ainsi, nous avons dit ce que signifiaient les titres de différentes parties de la démonstration d'Hérigone. Nous avons indiqué aux élèves que le *Requis à démontrer* correspondait à notre conclusion et que la *Préparation* correspondait à nos constructions. Nous avons fait découvrir aux élèves le sens du symbole $2|2$. Pour aider les élèves à compléter la figure, nous leur avons indiqué d'utiliser les parties *Hypothèses* et *Préparation*. Les élèves ont eu besoin d'aide pour la question 7 (*Aux lignes 4 à 6 de la Démonstration, Hérigone utilise des lettres grecques (α, β et γ). À quoi servent ces lettres dans la preuve de Hérigone?*). La fin de la période approchait. Les élèves devaient continuer le questionnaire sur le texte d'Hérigone jusqu'à la question 7.

À la fin de la première période, l'enseignante nous a dit que c'était un gros travail pour les élèves. Nous sommes très consciente de ce niveau de difficulté. Mais les élèves ont très bien participé. D'ailleurs, nous avons eu une discussion sur le niveau de motivation des élèves qui font partie d'une concentration avec elle. Nous avons constaté que ces élèves sont plus motivés et adhèrent plus facilement à différents projets. Ils ne sont pas nécessairement très forts, mais ils sont curieux.

Après la pause de 15 minutes, les élèves étaient de retour en classe. Ils avaient une quinzaine de minutes pour compléter les questions 8 à 11 sur le texte d'Hérigone. Lors du retour, nous avons demandé aux élèves ce qu'ils avaient répondu à propos des lettres grecques. Plusieurs réponses sont sorties : 1-Ce sont les étapes à suivre, 2-Ce sont les numéros des étapes qui vont dans la conclusion et 3-Ce sont les angles. Les élèves ont fait un lien avec l'utilisation de θ, une lettre grecque, pour l'identification des angles. La deuxième réponse est celle qui se rapproche le plus de la réalité. Nous avons donc expliqué la façon de travailler avec les lettres grecques. Les élèves ont fait l'analogie avec un système alphanumérique. Puis, nous avons discuté des différentes colonnes. Les élèves pensaient que c'était pour numéroter les étapes. Lorsque nous leur avons fait constater que le même numéro revenait quatre fois, ces élèves ont constaté qu'ils avaient émis une fausse hypothèse. Nous avons fait le lien avec nos colonnes. Un élève a alors trouvé la bonne réponse. Nous n'avons pas montré la première page du livre d'Hérigone comme nous en avions l'intention. Nous avons brièvement parlé de la question 11 (*L'intention de Hérigone était d'écrire le texte sans qu'il soit nécessaire de connaître une langue en particulier. Est-ce que son objectif est atteint?*).

Puis nous avons distribué le questionnaire relatif au texte d'Euclide. Les élèves répondaient à la première question. Lorsqu'ils avaient terminé, ils levaient la main et nous leur donnions le texte d'Euclide. Ils étaient contents de savoir que c'était le dernier. Lorsque tous les élèves ont eu en main le texte d'Euclide, nous avons pris quelques minutes pour leur montrer l'extrait original de la traduction du texte d'Euclide. Ils ont apprécié les séparations qu'il y avait sur leur copie du texte. Nous avons laissé les élèves travailler. Ils ont posé des questions. Ils ont échangé des idées. C'est vraiment intéressant de les voir s'impliquer dans l'activité. Lors du retour, nous avons lu la proposition 4. Nous voulions qu'ils déterminent à quel énoncé connu d'eux correspond cette proposition. Ce n'est pas facile pour eux de faire le lien. Nous avons dû les guider.

Après ce retour, les élèves font une pile avec tous leurs documents. Nous leur distribuons le dernier questionnaire, celui sur la comparaison des textes. Nous leur demandons de le remplir individuellement et de ne pas avoir peur de mettre des détails. Lorsque les élèves ont terminé ce questionnaire, il reste du temps. Nous récupérons tous les documents et nous leur parlons de ce que nous faisons. Ils sont curieux.

3.2 Analyse des résultats

La présente section est l'analyse des réponses des élèves lors de l'expérimentation. Leurs réponses ont été retranscrites dans un tableau (voir Appendice C.) L'analyse est faite en quatre temps : analyse par question, analyse de la question demandant aux élèves ce qu'ils avaient retenu de la présentation de chaque mathématicien, analyse par combinaison de questions et détermination de deux types d'élèves. Nous citerons certaines réponses d'élèves. À la fin de la citation, nous indiquerons entre parenthèses le numéro de l'élève en question.

3.2.1 Analyse par question

Dans cette section, les réponses des élèves au questionnaire « Comparaison des trois textes » seront analysées.

3.2.1.1 Quel texte préférez-vous? (Question 2)

Les réponses des élèves sont réparties de la façon suivante : un élève a préféré le texte de Houël, douze élèves ont préféré le texte d'Hérigone et les cinq autres ont arrêté leur choix sur le texte d'Euclide. Chaque réponse est accompagnée de la raison qui justifie le choix. Je comparerai les réponses du texte le plus souvent choisi à celui qui l'est le moins.

Le texte d'Hérigone

Les explications des réponses ont été regroupées en trois catégories. Les élèves font référence à trois éléments en particulier. Le premier est l'avantage de ne pas avoir à utiliser le français. Le second est la nouveauté de la langue; une partie du texte était écrite en latin. Finalement, tout l'aspect des symboles et de l'analyse de ces symboles a intrigué certains élèves.

Trois élèves ont fait référence aux avantages de ne pas avoir à lire un texte en mots. Pour eux, cette preuve semble les rendre plus aptes à comprendre le raisonnement : « Il ne se perd pas dans les phrases. » (1). Les textes en mots semblent plus difficiles à comprendre pour eux. Le texte d'Hérigone présente un avantage certain dans ces cas. Deux élèves ont accroché à la nouvelle langue, le latin. Cela les a intrigués, intéressés. Les élèves de cette catégorie ont aimé l'idée de déchiffrer, un peu comme un jeu. Sept élèves ont souligné l'idée des symboles et/ou de l'analyse du texte. Une fois cette analyse complétée, le texte est plus simple et plus intelligible pour eux : « C'est le texte qui a l'air plus compliqué, mais une fois bien observé c'est celui le plus facile à comprendre.» (3) Dans ce groupe, deux élèves utilisent le terme « déchiffrer» (7) ou « déchiffré » (13) et un utilise le terme « observer » (3) dans le même sens, un peu comme un jeu.

Le texte d'Euclide

Cinq élèves ont dit préférer le texte d'Euclide. Un élève mentionne qu'il comprend plus la façon de penser d'Euclide. Un autre indique que, pour lui, c'est le texte le « plus facile à comprendre » (15) . Deux élèves utilisent l'expression « plus clair » (9) et (10). Un élève mentionne qu'il est habitué à cette forme de texte. Il ne mentionne pas si c'est le fait que le texte soit en français ou le fait que le texte mathématique soit écrit au long.

Le texte de Houël

Un élève a indiqué que le texte qu'il avait préféré est celui d'Houël (12). Cependant, sur sa feuille la première réponse qu'il avait écrite était Euclide. Lors de l'expérimentation, cet élève m'avait demandé lequel des trois mathématiciens avait étudié l'astronomie. Son explication ne va pas dans le sens de la question. Il parle de l'attraction gravitationnelle et du système solaire.

3.2.1.2 Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? (Question 3)

Pour cette question, les avis sont partagés. Dix élèves ont répondu par l'affirmative Les huit autres ont répondu par la négative.

Réponse Affirmative

Les élèves qui ont répondu affirmativement à cette question avaient des attentes face aux textes. Ces attentes sont de diverses natures.

Parmi les dix élèves qui ont répondu OUI à la question, trois élèves ont parlé du contexte entourant le texte : savoir à quelle époque le texte a été écrit aide à comprendre le raisonnement. Cinq élèves ont parlé du style de texte auquel ils s'attendaient : texte de mathématiques, plus sérieux. Un élève mentionne : « on savait qu'ils ne disent pas n'importe quoi dans leur texte » (9). Cet élève semble donner de la crédibilité à l'auteur parce que nous avons parlé de lui. Nous lui avons donné un sens. Ce n'est plus n'importe qui. Un élève a abordé les différents niveaux de difficulté des textes. Il s'attendait à ce que le texte d'Euclide soit le plus difficile (4) puisque c'était le plus vieux texte. Finalement, un élève a mentionné que cela l'avait aidé à mieux comprendre les textes (10).

Réponse Négative

Pour les huit élèves qui ont répondu par la négative, deux éléments principaux ressortent : d'abord ce n'est pas par leur histoire qu'on peut savoir comment les mathématiciens vont faire une démonstration et le vécu du mathématicien ne change pas la façon d'aborder le texte.

Quatre élèves ont l'impression que la façon de penser d'un mathématicien n'est pas influencée par son histoire. Selon eux, ces informations ne permettront pas d'expliquer le point de vue des mathématiciens. Est-ce que ce point de vue pourrait intéresser les élèves Quels sont les aspects historiques des mathématiques qui intéressent les élèves? Un élève écrit : « parce que la façon qu'ils expliquent leur preuve d'une formule mathématique n'a aucun lien avec ce qu'il a fait». (17)

Trois élèves de ce groupe ont abordé la question sur la lecture du texte. Connaître les mathématiciens ou non ne change pas leur façon d'aborder les textes. Dans ce groupe, un élève nuance sa réponse : « Bien évidemment, ceci peut me donner quelques indices. En effet, si quelqu'un a un nom bizarre, on peut se douter qu'il va avoir une légère touche de bizarroïde dans le corps. » (12)

Conclusion

Les avis des élèves à cette question sont plutôt partagés. La présentation des mathématiciens a créé des attentes auprès de certains élèves. Ces attentes étaient en regard du texte, du niveau de difficulté. Pour d'autres élèves, la présentation n'a pas influencé la façon d'aborder le texte. De plus, les élèves interprètent la question de différentes façons. Certains élèves ont fait référence à la lecture du texte. Nous ne croyons pas que les élèves soient habitués à se faire poser cette question. Il est difficile de modifier la question sans orienter les réponses des élèves.

Cette question donne beaucoup d'indices quant à la perception que les élèves ont des mathématiques et des mathématiciens. Nous y retrouvons aussi plusieurs traces de l'humanisation des mathématiques. Les élèves qui considèrent que l'histoire d'un mathématicien n'a pas d'influence sur sa façon de faire des preuves n'ont pas vraiment laissé de traces laissant penser qu'ils ont une perception humanisante des mathématiques. Alors que les élèves qui ont répondu que la présentation les avaient influencés ont laissé plus de traces laissant penser qu'ils ont une perception humanisante des mathématiques.

3.2.1.3 Est-ce que le fait que les textes soient anciens a suscité ta curiosité ou si cela t'a plutôt déplu? (Question 4)

Seize des dix-huit élèves ont répondu que le fait que les textes soient anciens a suscité leur curiosité. Un élève a indiqué que les textes anciens lui ont plutôt déplu. Un élève avait une réponse neutre (aucune des deux cases n'était cochée). Voyons cela plus en détail.

Susciter la curiosité.

Nous avons regroupé les réponses en trois catégories : 1- évolution des mathématiques, 2- différentes façons de faire, 3- l'écriture.

Quatre élèves ont mentionné des éléments en lien avec l'histoire des mathématiques. Les élèves mentionnent l'évolution des mathématiques, le chemin que les mathématiques ont fait dans le temps. Un élève note le fait que « beaucoup de gens [...] ont travaillé pour arriver aux mathématiques que nous connaissons aujourd'hui. » (6) Un élève remarque que des mathématiques se faisaient 300 ans avant Jésus-Christ.

Quatre élèves ont évoqué les différentes façons de faire. Ils constatent que les méthodes ne sont pas si différentes. En même temps, un élève remarque que c'est très différent de ce qu'il est habitué à lire.

Deux élèves ont mentionné les différences d'écriture. Cela les intrigue. Ils trouvent cela intéressant. La différence semble être un élément qui suscite la curiosité de ces élèves.
Nous croyons que pour certains élèves, cette activité leur permettra de mettre en perspective l'idée du temps. Il semble que ce n'est que vers la vingtaine que l'on est capable de bien considérer l'échelle du temps, l'évolution (Johnson, 1979).

Plutôt déplu

L'élève qui a répondu que cette activité lui a plutôt déplu attribue cela à la difficulté de « comprendre le jargon » (4).

Conclusion

Dans l'ensemble, nous pouvons affirmer que l'utilisation des textes anciens a suscité la curiosité des élèves. Ce ne sont pas toujours les mêmes aspects qui ont suscité la curiosité des élèves. Pour certains, c'était l'idée de l'évolution des mathématiques. Pour d'autres, les différentes façons de faire ont piqué leur curiosité.

Leurs réponses laissent penser qu'ils ont une perception humanisante des mathématiques (cheminement des mathématiques, beaucoup de personnes ont travaillé au développement des mathématiques, évolution des mathématiques, idée de faire des mathématiques 300 ans avant Jésus-Christ).

3.2.1.4 Est-ce que cette façon de faire est plus ou moins intéressante, pour toi, que ce que tu fais ordinairement? (Question 5)

Sept élèves ont répondu que cette façon était plus intéressante. Les onze autres ont trouvé cela moins intéressant.

Plus intéressante

Les sept élèves qui ont trouvé cette façon de faire plus intéressante soulignent les éléments suivants : leur intérêt pour l'histoire ((12) et (14)), différentes façons de voir un problème (11), connaître les différents mathématiciens ((1) et (16)), comprendre l'origine des mathématiques (13), mais aussi de certaines formules (18). Un des élèves a mentionné que l'histoire avait un intérêt pour lui, mais que cela ne l'aidait pas à comprendre (14).

Moins intéressante

Pour ceux qui n'ont pas trouvé cette façon plus intéressante, nous avons regroupé les réponses en quatre groupes : 1- le niveau de difficulté, 2- trop de textes, 3- pas assez concret et 4- autres réponses.

Deux élèves ont indiqué que le niveau de difficulté était trop élevé (3) et (4).

Quatre élèves, dont un de la catégorie précédente (3), ont fait référence à la trop grande quantité de français, de lecture à faire pour réaliser l'activité. Un élève indique que : « [...] ils expliquent beaucoup trop, je perds le fil. » (17)

Deux élèves écrivent qu'ils trouvent que l'activité n'est pas assez concrète. Ils préfèrent les problèmes de la vie courante (6) et (8).

Les quatre autres élèves ont donné des réponses variées. Pour un élève, les mathématiques c'est de faire des activités répétitives (drill) (2). Un autre élève considère que l'activité n'était pas reliée aux mathématiques, mais à l'histoire des mathématiques (7). Pour un autre élève, le souvenir des mathématiques de l'an dernier le faisait sentir incompétent (9). Finalement, un élève mentionne qu'il préfère la manière traditionnelle (10).

Conclusion

La majorité des élèves ont trouvé la façon de faire moins intéressante. Les raisons soulignées sont les suivantes : 1- le niveau de difficulté est trop élevé, 2- il y a trop de textes et 3-l'activité n'est pas assez concrète. Les élèves ayant trouvé la façon de faire plus intéressante ont manifesté un intérêt pour l'histoire.

Encore ici, les réponses donnent des indices d'humanisation et de la perception des mathématiques. Les élèves parlent de connaître les mathématiciens, l'origine des mathématiques. Un élève perçoit qu'il y a possibilité d'envisager un problème de différentes façons. Les élèves donnent aussi des traces de leur perception des mathématiques : c'est de la drill, ça doit être concret, l'histoire des mathématiques ce n'est pas des mathématiques.

3.2.1.5 *Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé, sans nécessairement voir leur texte, ou trouveriez-vous cela une perte de temps? (Question 6)*

La question 6 n'est pas une question simple. En fait, en lisant la question 6, nous constatons qu'une réponse satisfaisante à cette question devrait se faire en deux temps. D'abord, il faut indiquer si nous aimerions en entendre parler davantage. Puis, il faut indiquer si l'on considère que c'est une perte de temps. Un élève pourrait vouloir en entendre parler davantage et considérer que c'est une perte de temps. Tout au long de l'analyse, nous considérons qu'une réponse négative à la question indique que l'élève n'est pas intéressé à entendre parler des mathématiciens du passé et qu'il considère que c'est une perte de temps. La question 6 aurait dû se lire ainsi : *Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé?* Nous corrigerons cette question dans le texte, mais nous ne le ferons pas dans les Appendices qui reprennent intégralement ce qui a été présenté aux élèves.

Onze élèves ont manifesté le désir d'entendre parler des mathématiciens du passé. Alors que sept élèves considèrent que c'est une perte de temps.

Entendre parler des mathématiciens

Cinq élèves, sans nécessairement utiliser l'expression, font référence à la culture générale. L'histoire les intéresse. Deux élèves écrivent qu'ils aiment l'histoire (2) et (14). Trois élèves mentionnent la nécessité ou l'importance de connaître l'histoire (11), (17) et (18). Cet aspect semble important pour eux.
Sept élèves font un lien direct avec les mathématiques. Ils utilisent le mot mathématique en lien avec l'histoire ou bien ils font allusion à ceux qui ont développé les mathématiques ou à leur époque. Ils trouvent important de savoir quels sont les gens qui ont travaillé aux mathématiques, comment les mathématiques ont évolué. Un élève semble impressionné de réaliser que des mathématiques se font depuis longtemps : « savoir ce qu'ils ont fait est spectaculaire surtout que c'est il y a des siècles av Jésus Christ [...] (17) »

Perte de temps

Les sept autres élèves ont répondu qu'ils considéraient cela comme une perte de temps. Deux élèves mentionnent qu'ils n'aiment pas l'histoire (10) et (9). Un de ces élèves indique même que l'histoire ne va pas avec les mathématiques (14). Un des élèves a une réponse personnelle pour la perte de temps, mais il poursuit sa réflexion en regard des élèves intéressés par l'histoire (3). Avec cette perspective, il semble comprendre l'intérêt qu'un autre élève pourrait porter à ce type d'activité. Deux élèves font un lien avec leur futur travail : ils n'auront pas besoin de l'histoire des mathématiques pour leur futur emploi (5) et (7). Un élève indique qu'il préfère apprendre les choses du présent (8). Un élève dit que cela sert à rien (4).

Conclusion

La majorité des élèves aimeraient entendre parler davantage des mathématiques. Ces élèves constatent que l'histoire est importante ou qu'ils l'aiment d'une façon ou d'une autre. Certains élèves indiquent que c'est important pour avoir plus de connaissances générales. D'autres indiquent qu'ils aiment l'histoire ou tout simplement qu'ils trouvent cela important. Sept des onze élèves ont fait le lien avec les mathématiques. Ils ont donc abordé l'histoire, mais aussi les mathématiques dans leur explication.

Ici encore, les réponses donnent des indications sur l'humanisation et/ou leur perception des mathématiques. Il y a aussi énormément d'indications sur les goûts des élèves. Les élèves qui veulent en entendre parler accordent une importance à l'histoire et pas seulement celle des mathématiques. C'est une belle ouverture d'esprit.

3.2.2 Analyse de la question demandant ce que les élèves ont retenu de chaque mathématicien

La section qui suit analyse la question qui se retrouvait au début du questionnaire accompagnant chacun des textes : Qu'avez-vous retenu de ce qui a été dit sur …

Tableau 3.1 : Réponses à la question Qu'avez-vous retenu de ce qui a été dit sur …

Jules Houël ou son époque		Pierre Hérigone ou son époque		Euclide ou son époque	
1823 à 1886	2	1580 à 1643	3+2[8]	300 av JC	12
Enseignant	10	Paris	0	Alexandrie	1
Doctorat	5	Pseudonymes	4	*Les Éléments*	9
Refus d'un poste	9	Écrits de géographie	3	Pas d'image précise	1
Chaire de sciences	5	Syst. lettre/chiffre	6	Parthénon	2
Pont Victoria	4	René Descartes	2	Apparence	4
Confédération	2	Trois-Rivières	8		
		Pas de photo	6		
Nombre total d'éléments	37		34		29

Le tableau précédent indique le nombre d'élèves ayant rapporté une information. Ainsi, il y a 2 élèves qui ont rapporté avoir retenu que Houël avait vécu de 1823 à 1886. La plupart des éléments présentés sur les mathématiciens ont été retenus par au moins un élève. Le nombre d'éléments retenus diminue suivant l'ordre de présentation. Cela peut être attribuable au fait qu'il y a de plus en plus de temps qui s'est écoulé entre la présentation du mathématicien et le moment où les élèves répondaient à la question. Malgré tout, l'ensemble des élèves a rapporté vingt-neuf informations sur Euclide, alors que le nombre d'informations données était moins élevé que pour les deux autres mathématiciens. Étant donné que l'ensemble des 18 élèves a rapporté 100 informations et qu'il y avait trois mathématiciens, chaque élève a rapporté en moyenne un peu moins de deux informations par mathématicien.

Évidemment, il y a des informations qui ont marqués certains élèves plus que d'autres. Pour Houël, les deux informations les plus rapportées sont qu'il était enseignant et qu'il a refusé un poste à l'Observatoire de Paris. Le pont Victoria ne les a pas marqué outre mesure. Les réponses seraient

[8] Nous avons utilise « +2 » pour indiquer que deux élèves avaient rapporté les années de naissance et de décès d'Hérigone en faisant de légères erreurs.

peut-être différentes si l'expérimentation avait été faite à Montréal ou sur la Rive-Sud de Montréal. Pour Hérigone, l'information la plus rapportée est la fondation de Trois-Rivières qui s'est produite à la même époque. Deux autres informations arrivent ex-æquo : le système de correspondance de lettres et de chiffres inventé par Hérigone et le fait qu'on n'ait pas de photo ou d'image de lui. Pour ce qui est d'Euclide, l'information la plus rapportée est l'époque à laquelle il a vécu. Deux éléments peuvent expliquer cette prépondérance. En premier lieu, le fait que la date soit éloignée, qu'elle soit avant Jésus-Christ. Cela peut impressionner de se rendre compte qu'il se faisait des mathématiques, semblables aux nôtres, 300 ans avant Jésus-Christ. De plus, parmi les trois mathématiciens, c'est le seul dont les dates données sont approximatives. Il est probable que le fait que le texte soit très ancien frappe l'imagination des élèves. Ils se demandent peut-être comment un texte a fait pour nous parvenir après une si grande période. En deuxième lieu, les élèves ont mentionné *Les Éléments*, le texte d'Euclide. Les élèves avaient peut-être déjà entendu parler de ce livre. Cependant, nous avons nous-mêmes fait allusion aux *Éléments* d'Euclide à plus d'une reprise lors de l'activité. C'est tout de même le point de départ de l'activité.

3.2.3 Analyse par combinaison de questions

3.2.3.1 Analyse des réponses aux questions 5 et 6 selon les réponses à la question 3

Nous avons choisi de considérer les réponses des élèves aux questions 5 et 6 en regard de leur réponse à la question 3 (*Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? Pourquoi?*)

Tableau 3.2 : Analyse des questions 5 et 6 selon les réponses à la question 3

3. Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? Pourquoi?	5. Est-ce que cette façon de faire est plus ou moins intéressante, pour toi, que ce que tu fais ordinairement?		6. Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé?	
Non : 8	Plus : 6	Moins : 2	Oui : 8	Non : 0
Oui : 10	Plus : 1	Moins : 9	Oui : 3	Non : 7

La première chose qui saute aux yeux est que les résultats sont en sens contraire selon que les élèves ont mentionné que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien influence ou non la façon d'aborder le texte.

Les élèves ayant répondu que le fait d'avoir entendu parler du mathématicien n'avait pas joué sur leur façon d'aborder le texte ont répondu en majorité (6 contre 2) que la façon de faire est plus intéressante. Alors que les élèves ayant répondu que le fait d'avoir entendu parler des mathématiciens a joué sur leur façon d'aborder le texte ont répondu dans une grande majorité (9 contre 1) que cette façon de faire était moins intéressante. Il y a une opposition entre les deux groupes. Les élèves qui répondent par la négative à la première question (question 3) ne semblent pas faire de lien entre le texte et la personne qui a écrit le texte ou le bagage de cette personne. Or, pour eux, l'aspect historique de l'activité revêt un caractère important dans leur réponse à la question 6. À la section 3.2.4, nous verrons le détail de leurs réponses, ce qui nous permettra de mieux comprendre la cohérence. Par contre, les élèves, qui ont répondu par l'affirmative à la première question, ont trouvé l'activité moins intéressante, car l'activité leur semble plus difficile (3 élèves), ils ne trouvent pas l'activité assez concrète (2 élèves) ou bien l'histoire ne les intéresse pas (2 élèves). Il semble que les élèves qui ont été influencés par le fait que les mathématiciens aient été présentés sont plus sensibles à la façon de faire. Il semble aussi que l'histoire pour eux ait un moins grand intérêt.

De la même façon, il y a une opposition entre les réponses des élèves à la question de l'influence de la présentation et le fait d'entendre parler des mathématiciens sans voir leurs textes. Ainsi les huit élèves ayant répondu que la présentation des mathématiciens n'avait pas joué sur leur façon d'aborder le texte, ont répondu qu'ils aimeraient entendre parler davantage des mathématiciens. Cette réponse est unanime. Pour ce qui est de l'autre groupe d'élèves, ceux pour qui la présentation des mathématiciens a joué sur la façon d'aborder les textes, les réponses sont contraires. La plupart de ces élèves ont répondu qu'ils considèrent que d'entendre parler des mathématiciens est une perte de temps (7 contre 3). Lorsque nous avons choisi les questions 3 (*Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? Pourquoi?*) et 6 (*Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé?)*, nous ne nous attendions pas à des contradictions aussi grandes. Nous avons été très étonnée de voir que les élèves qui avaient répondu négativement à la question 3, donc pour qui la présentation d'un mathématicien n'a pas joué sur la façon d'aborder le texte, sont les élèves qui voudraient entendre parler davantage des mathématiciens. Cela nous semble contradictoire. Ils ne se laissent pas influencer par une présentation historique d'un mathématicien, alors que l'histoire les intéresse. Cette contradiction peut être due au fait que la question 6 n'est pas une question simple (voir discussion page 77). Cette double question amène une ambiguïté dans l'analyse des résultats. Ces deux questions sont peut-être dissociées pour eux. Les élèves n'ont pas fait de lien entre les deux questions. Pour nous, il y en a un. Avant de nous pencher sérieusement sur l'analyse des réponses, il était évident pour nous qu'un élève ayant été influencé par la présentation d'un mathématicien voudrait en entendre parler davantage. Or, les résultats ne vont pas du tout en ce sens. Il est aussi possible que les élèves ne soient pas influencés par une présentation. La nature du texte n'a alors aucune importance.

3.2.3.2 Analyse des réponses à la question 6 selon les réponses à la question 5

Cette sous-section compare les réponses des élèves à la question 6. *Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé, sans nécessairement voir leur texte, ou trouveriez-vous cela une perte de temps?* selon qu'ils aient répondu que la façon de faire était plus ou moins intéressante que ce qu'ils font ordinairement.

Tableau 3.3 : Réponses des élèves à la question 6 selon leur réponse à la question 5

5. Est-ce que cette façon de faire est plus ou moins intéressante, pour toi, que ce que tu fais ordinairement?		6. Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé?	
Plus Intéressant	7	Entendre davantage : 7	Perte de temps : 0
Moins Intéressant	11	Entendre davantage : 4	Perte de temps : 7

Les sept élèves qui ont indiqué qu'ils trouvaient cette façon de faire plus intéressante que ce qu'ils font ordinairement ont manifesté le désir d'entendre parler plus des mathématiciens. Ces résultats vont dans la logique des choses. L'activité portait sur l'histoire, cela les a intéressés. Ils voudraient en entendre parler un peu plus. Parmi les élèves qui ont répondu que cette façon de faire était moins intéressante que ce qu'ils font habituellement, sept considèrent que c'est une perte de temps que d'entendre parler des mathématiciens. Alors que les quatre autres aimeraient en entendre parler davantage. Pour un élève, c'est la perception des mathématiques qui est en jeu. Cet élève indique : « [..] j'aime mieux quand c'est des maths sans français (drill). » (2) Mais cet élève est intéressé par l'histoire. Pour deux de ces élèves, les raisons pour lesquelles ils ont trouvé la façon de faire moins intéressante sont liées au niveau de difficulté, à la compréhension ou au concret. Le quatrième élève se perd dans les explications. Il trouve qu'il y en a trop. Cependant pour tous ces élèves, l'histoire est importante. Ils reconnaissent la pertinence et l'utilité de l'histoire, des mathématiques ou autre, dans leur parcours.

3.2.3.3 Analyse selon le texte préféré

Nous pouvons nous demander si le choix du texte préféré a eu une influence sur les réponses aux autres questions.

Tableau 3.4 : Analyse des questions 3, 5 et 6 selon le texte préféré

1. Quel texte préférez-vous? Pourquoi?	3. Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? Pourquoi?		5. Est-ce que cette façon de faire est plus ou moins intéressante, pour toi, que ce que tu fais ordinairement?		6. Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé?	
Hérigone	Oui : 6	Non : 6	Plus : 5	Moins : 7	Oui : 8	Non : 4
Euclide	Oui : 4	Non : 1	Plus : 1	Moins : 4	Oui : 2	Non : 3

Si on regarde les résultats à la question 3 (*Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur ta façon d'aborder le texte? Pourquoi?*) selon que l'élève a choisi Hérigone ou Euclide comme texte préféré, les résultats diffèrent. Nous ne considérons pas l'élève qui a choisi Houël car il a changé sa réponse et ses justifications sont plus ou moins appropriées.

Les élèves ayant préféré le texte d'Hérigone sont également partagés. Il y a autant d'élèves qui ont mentionné que la présentation du mathématicien a joué sur leur façon d'aborder le texte qu'il y a d'élèves qui ont mentionné que la présentation n'avait pas joué sur leur façon d'aborder le texte. Quant à ceux qui ont préféré le texte d'Euclide, les réponses sont partagées. Quatre élèves ont indiqué que cela avait joué sur leur façon d'aborder les textes. Deux de ces élèves confèrent un statut, une pertinence au texte ou à son auteur. Ce statut ne serait pas le même si les mathématiciens n'avaient pas été présentés. Un élève parmi ces quatre mentionne que cela l'a aidé à comprendre les textes. Un seul élève a indiqué que la présentation n'avait pas joué sur sa façon d'aborder les textes.

Pour ce qui est de la façon de faire plus ou moins intéressante que ce qui est fait habituellement, la préférence du texte n'a aucune influence. Peu importe la préférence du texte d'Hérigone ou d'Euclide, la majorité des élèves indique que cette façon de faire est moins intéressante que d'ordinaire. Les élèves ayant choisi le texte d'Hérigone et qui ont indiqué qu'ils trouvaient cette façon de faire plus intéressante, mentionnent qu'ils sont intéressés par le fait de connaître ceux qui ont travaillé aux mathématiques ((1), (13) et (16)), de savoir d'où viennent les formules (18). L'autre élève a apprécié le fait de faire le même problème de différentes façons. L'élève qui a choisi le texte d'Euclide est surtout intéressé par l'aspect historique puisqu'il mentionne que « ça aide moins à comprendre » (14). Pour ce qui est des élèves qui ont trouvé la façon de faire moins intéressante, les raisons ne sont pas différentes selon que les élèves aient choisis le texte d'Hérigone ou celui d'Euclide.

Finalement, les réponses à la question demandant si les élèves désiraient entendre parler davantage des mathématiciens semblent être liées, en partie, au choix du texte. Ainsi, huit des élèves qui ont préféré le texte d'Hérigone aimeraient entendre parler davantage des mathématiciens contre quatre qui considèrent que c'est une perte de temps. Quant aux élèves qui ont préféré le texte d'Euclide, trois élèves considèrent que c'est une perte de temps que d'entendre parler des mathématiciens. Alors que les deux autres aimeraient en entendre parler davantage. Les explications sont semblables selon que les élèves aient choisi un texte ou l'autre. Les élèves qui aimeraient en entendre parler davantage insistent sur l'importance de l'histoire (par intérêt ou pour la culture générale). Alors que ceux qui trouvent que c'est une perte de temps, ne manifestent pas d'intérêt pour l'histoire, préfèreraient des activités plus en lien avec le présent ou plus concrètes.

3.2.4 Deux types d'élèves

Deux types d'élèves

En comparant les réponses des élèves aux quatre dernières questions du questionnaire final, nous avons regroupé les élèves. Nous avons relevé sept catégories différentes. Une catégorie comprend tous les élèves qui ont donné les mêmes réponses aux quatre questions. Parmi ces sept catégories, cinq ne contiennent qu'un seul ou deux élèves. Les deux autres catégories se démarquent. Une de ces catégories comprend six élèves, alors que l'autre en comprend cinq. En comparant les résultats de ces deux catégories, il est possible de définir des types d'élèves.

Le type I correspond à un élève pour qui la présentation des mathématiciens n'a pas influencé la façon d'aborder les textes, chez qui l'utilisation de textes anciens a suscité la curiosité, qui a trouvé la façon de faire plus intéressante et qui aimerait davantage entendre parler des mathématiciens. Six élèves sont de ce type parmi les dix-huit ayant vécu l'activité, soit le tiers.

Tableau 3.5 : Réponses des élèves du type I
(Ce tableau est un extrait du tableau situé dans l'appendice C, le lecteur y trouvera la signification des soulignements)

No	lecture	Textes anciens	Façon de faire	Entendre davantage
1	Non 1. car oui on a entendu parler du mathématicien, mais cela ne nous a rien dit sur la façon dont il comptait expliquer ce qu'on a vu	Curiosité : 1. avec le temps ces théories ont évolué, mais le début du commencement était quand même avec ces textes	Plus intéressant : 1. elle était plus intéressante car on en apprend sur ceux qui on construit les mathématiques	Oui, 1. peut être pas dans le cadre du cours de mathématiques mais plus on en apprend plus on est intelligent pas seulement à cause des calculs mais qui et comment on les a découvert
11	Non 11. on ne connaît pas la façon de faire d'un mathématicien à sa biographie	Curiosité : 11. J'aime l'histoire antique et je suis intéressée par le cheminement des mathématiques	Plus intéressant : 11. Car on décortique le même problème de plusieurs façons	Oui, 11. C'est intéressant de connaître l'histoire des mathématiques et la pensée des hommes à travers l'âge
12	Non 12. parce qu'un nom ne changera pas ma perception de son œuvre. Bien évidemment, ceci peut me donner quelques indices. En effet, si quelqu'un a un nom bizarre, on peut se douter qu'il va avoir une légère touche de bizarroïde dans le corps.	Curiosité : 12. bien sûr entendre parler d'histoire me fait très plaisir et me titille l'idée de découvrir de nouvelles choses	Plus intéressant : 12. [...] qu'il est important de savoir d'où venons-nous?	Oui, 12. Parce que ça m'a l'air assez intéressant. Cependant je ne ferais pas l'histoire des mathématiques car il y a d'autres belles choses à faire dans la vie. [...] Mais je reste à dire que l'histoire nous apprend d'où toute la civilisation tire ses connaissances et nous apprend également d'où nous venons
13	Non 13. car la façon de lire le texte ne dépend pas de ce que j'ai entendu sur lui	Curiosité : 13. car ce n'est pas tous les jours que l'on voit des textes écrits de différentes façons comme cela. C'est très intéressant et instructif.	Plus intéressant : 13. Car nous sommes capable de voir de quelles sources les équations et tous les calculs proviennent. De voir les textes des principaux mathématiciens est très encourageant	Oui, 13. Car c'est encourageant et instructif cela nous donne une bonne idée d'où viennent ces équations.
14	Non 14. car on ne les connaissait pas assez pour que cela joue sur notre façon d'aborder les textes	Curiosité : 14. c'est très intéressant de lire des écrits anciens parce que ça renseigne sur notre histoire	Plus intéressant : 14. plus intéressant parce que c'est historique mais ça aide moins à comprendre	Oui, . 14. J'aime l'histoire et savoir qui ont pensé et qui ont façonné le monde d'aujourd'hui.
18	Non 18. L'histoire de quelqu'un et sa façon de prouver une théorie sont des choses pas mal différentes à mes yeux. Quoique j'ai rien contre, loin de là, c'est pas la même matière	Curiosité : 18. Ça rajoute un ti « feeling ». ça permet aussi de penser sur leur manière d'écrire	Plus intéressant 18. car normalement, on me pose une formule et on me dit pas nécessairement pourquoi. Quoique tu comprends après un « boute », une introduction fais du bien. Suffit d'être intéressant pour enseigner.	Oui, 18. Quoique j'aime mieux faire autre chose, c'est assez intéressante t surtout nécessaire

Le type II correspond à un élève pour qui la présentation des mathématiciens a influencé la façon d'aborder les textes, chez qui l'utilisation de textes anciens a suscité la curiosité, qui a trouvé la façon de faire moins intéressante et qui considèrent que le fait d'entendre parler des mathématiciens est une perte de temps. Les élèves de ce type sont au nombre de cinq parmi les dix-huit ayant vécu l'activité.

Tableau 3.6 : Réponses des élèves du type II
(Ce tableau est un extrait du tableau situé dans l'appendice C, le lecteur y trouvera la signification des soulignements)

No	lecture	Textes anciens	Façon de faire	Entendre davantage
3	Oui 3. Parce que je sais rien sur lui. Après avoir entendu parlé de lui, je m'attendais à un certain genre de texte.	Curiosité 3. parce que c'est très différent de ce que nous sommes habitué à lire aujourd'hui	Moins intéressant : 3. ~~Parce que c'est beaucoup plus compliqué.~~ ET IL Y A POUR QUELQUES TEXTES BEAUCOUP TROP D'ÉCRITURE	Perte de temps : 3. Parce que c'est la même chose que maintenant sauf qu'il y a même des choses qu'ils sont changés. Donc je ne pense pas que ce soit important mais ça peut être intéressant pour quelqu'un qui veut savoir l'histoire des mathématiques
5	Oui 5. Cela nous a fait une mise en situation qui nous a aidé à nous introduire dans le contexte	Curiosité : 5. fait un retour dans l'histoire pour mieux nous situer	Moins intéressant : 5. TROP D'ÉCRIT ET DE PAR CŒUR mais une nouvelle façon d'apprendre	Perte de temps : 5. Puisque je n'ai pas l'intention de faire un doctorat en mathématique
7	Oui 7. car nous savons que cela allait parler de mathématique	Curiosité : 7. car je voulais savoir à quoi les mathématiciens pensaient durant leur expérience et comment ont-ils fait pour penser à ces arguments	Moins intéressant : 7. car il y avait beaucoup plus d'histoire que d'explication de mathématique. C'était plus intéressant faire des mathématiques que avoir un cours sur l'histoire des maths.	Perte de temps : 7. Car j'ai aucune intention de devenir un mathématicien, Je fais juste cela pour rester dans l'option ski.
8	Oui 8: J'aurais aimé avoir les deux en même temps, je suis plus visuel	Curiosité : 8. leur façon d'écrire et la notation	Moins intéressant : 8. J'aime mieux faire des problèmes de la vie courante	Perte de temps : 8. J'aime mieux faire et apprendre des choses du présent
9	Oui 9. Car on savait qu'ils ne disent pas n'importe quoi dans leur texte	Curiosité : 9. car je voulais voir comment ils faisaient dans le temps	Moins intéressant :9. car je me rappelle plus des justifications que j'utilisais l'an passé donc je ne savais pas quoi marqué dans les exercices.	Perte de temps : 9. Je n'aime pas l'histoire donc ce n'est pas intéressant pour moi

Afin de faciliter la comparaison des deux types d'élèves, nous utiliserons les pourcentages. Ils sont indiqués dans les parenthèses. Toutefois, il ne faut pas donner trop d'importance aux résultats de notre analyse étant donné le petit nombre d'élèves impliqués.

3.2.4.1 Texte préféré

Tableau 3.7 : Texte préféré des élèves du type I et II
(Ce tableau est un extrait du tableau situé dans l'appendice C,
le lecteur y trouvera la signification des soulignements)

Type I	Type II
1. Hérigone car pour une personne qui n'aime pas le français au moins, il ne se perd pas dans les phrases	3. Hérigone C'est le texte qui a l'air plus compliqué, mais une fois bien observé c'est celui le plus facile à comprendre
11. Hérigone les informations sont faciles à aller chercher et on peut facilement suivre son raisonnement	5. Hérigone car tout est dans la simplicité et sous forme de symboles mathématiques
12. Houël parce qu'il était mieux détaillé que les autres même si il y a beaucoup de texte. En effet, ce phénomène est en attraction gravitationnelle terrestre et son rapport d'énergie cinétique est très idéale dans la disposition des planètes de notre système solaire. (** change sa réponse départ Euclide)	7. Hérigone c'était vraiment plaisant déchiffrer et essayer de comprendre le texte
13. Hérigone car son style d'écriture dans une autre langue est très intriguant et est assez simple à lire. Une fois que tout est déchiffré, on est capable d'être beaucoup plus efficace qu'avec les autres.	8. Euclide on comprend plus sa façon de penser de voir les choses
14. Euclide C'est une forme de texte à laquelle je suis habitué	9. Euclide car il était beaucoup plus clair que les deux autres malgré son ancienneté
18. Hérigone simple, pratique et on comprend assez facilement en faisant un dessin en même temps	

Les élèves du type I ont majoritairement préféré le texte d'Hérigone (66%). Les deux autres élèves ont fait un choix différent : un a choisi Euclide et l'autre, Houël.

Parmi le groupe de cinq élèves du type II, le choix du texte préféré est partagé presque également. Trois élèves (60%) ont préféré le texte d'Hérigone, alors que les deux autres (40%) ont choisi Euclide. Les pourcentages sont semblables. Cependant les élèves de type I ont choisi les trois mathématiciens, alors que les élèves de type II en ont seulement choisis deux. Nous notons qu'il n'y a pas de différences marquées selon le type d'élèves pour le choix du texte préféré.

3.2.4.2 Utilisation de textes anciens

Tableau 3.8: Les deux types d'élèves et l'utilisation des textes anciens
(Ce tableau est un extrait du tableau situé dans l'appendice C,
le lecteur y trouvera la signification des soulignements)

Type I	Type II
Curiosité : 1. avec le temps ces théories ont évolué, mais le début du commencement était quand même avec ces textes	Curiosité 3. parce que c'est très différent de ce que nous sommes habitué à lire aujourd'hui
Curiosité : 11. J'aime l'histoire antique et je suis intéressée par le cheminement des mathématiques	Curiosité : 5. fait un retour dans l'histoire pour mieux nous situer
Curiosité : 12. bien sûr entendre parler d'histoire me fait très plaisir et me titille l'idée de découvrir de nouvelles choses	Curiosité : 7. car Je voulais savoir à quoi les mathématiciens pensaient durant leur expérience et comment ont-ils fait pour penser à ces arguments
Curiosité : 13. car ce n'est pas tous les jours que l'on voit des textes écrits de différentes façons comme cela. C'est très intéressant et instructif.	Curiosité : 8. leur façon d'écrire et la notation
Curiosité : 14. c'est très intéressant de lire des écrits anciens parce que ça renseigne sur notre histoire	Curiosité : 9. car Je voulais voir comment ils faisaient dans le temps
Curiosité : 18. Ça rajoute un ti « feeling ». ça permet aussi de penser sur leur manière d'écrire	

L'utilisation des textes anciens a suscité la curiosité pour tous les élèves de chacun des types. Cependant, leur curiosité n'est pas suscitée pour les mêmes raisons. Parmi les six élèves du type I, deux ont clairement parlé de l'évolution des mathématiques. Ces élèves utilisent les termes « théories ont évoluées » (1) et « cheminement des mathématiques » (11). Un autre parle de l'histoire. Un autre élève a plutôt abordé l'idée d'écritures différentes : « textes écrits de différentes façons » (13). Un autre utilise les mots « manières d'écrire » (18). Ces deux élèves ne manifestent pas d'intérêt particulier pour l'histoire. Ils ont justifié leurs propos en faisant référence aux différentes façons d'écrire. Le sixième élève de ce groupe mentionne l'idée de « découvrir de nouvelles choses » (12). Les cinq élèves du type II ne parlent pas du tout d'évolution des mathématiques. Un élève fait appel à l'histoire, mais seulement pour « mieux [se] situer » (5). Trois élèves expliquent leur réponse en regard de différentes façons de faire.

Les élèves des deux groupes ne se sont pas attardés aux mêmes éléments pour cette question. Leur perception est différente. Est-ce que les élèves du type II seraient plus pratiques, plus portés vers les choses concrètes? Ces élèves considèrent qu'entendre parler des mathématiciens est une perte de temps.

3.2.4.3 Façon de faire

Tableau 3.9 : Les deux types d'élèves et l'appréciation de la façon de faire
(Ce tableau est un extrait du tableau situé dans l'appendice C,
le lecteur y trouvera la signification des soulignements)

Type I	Type II
Plus intéressant : 1. elle était plus intéressante car on en apprend sur ceux qui on construit les mathématiques	Moins intéressant : 3. ~~Parce que c'est beaucoup plus compliqué.~~ ET IL Y A POUR QUELQUES TEXTES BEAUCOUP TROP D'ÉCRITURE
Plus intéressant : 11. Car on décortique le même problème de plusieurs façons	Moins intéressant : 5. TROP D'ÉCRIT ET DE PAR CŒUR mais une nouvelle façon d'apprendre
Plus intéressant : 12. [...] qu'il est important de savoir d'où venons-nous?	Moins intéressant : 7. car il y avait beaucoup plus d'histoire que d'explication de mathématique. C'était plus intéressant faire des mathématiques que avoir un cours sur l'histoire des maths.
Plus intéressant : 13. Car nous sommes capable de voir de quelles sources les équations et tous les calculs proviennent. De voir les textes des principaux mathématiciens est très encourageant	Moins intéressant : 8. J'aime mieux faire des problèmes de la vie courante
Plus intéressant : 14. plus intéressant parce que c'est historique mais ça aide moins à comprendre	Moins intéressant :9. car je me rappelle plus des justifications que j'utilisais l'an passé donc je ne savais pas quoi marqué dans les exercices.
Plus intéressant 18. car normalement, on me pose une formule et on me dit pas nécessairement pourquoi. Quoique tu comprends après un « boute », une introduction fais du bien. Suffit d'être intéressant pour enseigner.	

Les élèves de type I ont trouvé que la façon de faire des mathématiques est plus intéressante que ce qu'ils font d'habitude. Quatre de ces six élèves ont fait allusion à la connaissance de l'origine des mathématiques. Cette façon de faire des mathématiques semble leur permettre d'acquérir des connaissances sur l'origine des mathématiques. Cela les intéresse. Les réponses des élèves nous indiquent que le processus d'humanisation est en cours.

Les élèves de type II ont trouvé que cette façon de faire des mathématiques est moins intéressante que ce qu'ils font d'habitude. Deux des cinq élèves indiquent que c'est la lourdeur des textes qu'ils n'ont pas apprécié (il y avait trop de textes).

Cette question permet de faire une première distinction entre les deux types d'élèves. Les élèves de type I ont rapporté des propos laissant penser qu'ils ont une perception humanisante des mathématiques.

3.2.4.4 Entendre parler des mathématiciens

Tableau 3.10 : Les deux types d'élèves et leur intérêt à entendre parler des mathématiciens
(Ce tableau est un extrait du tableau situé dans l'appendice C, le lecteur y trouvera la signification des soulignements)

Type I	Type II
Oui, 1. peut être pas dans le cadre du cours de mathématiques mais plus on en apprend plus on est intelligent pas seulement à cause des calculs mais qui et comment on les a découvert	Perte de temps : 3. Parce que c'est la même chose que maintenant sauf qu'il y a même des choses qu'ils sont changés. Donc je ne pense pas que ce soit important mais ça peut être intéressant pour quelqu'un qui veut savoir l'histoire des mathématiques
Oui, 11. C'est intéressant de connaître l'histoire des mathématiques et la pensée des hommes à travers l'âge	Perte de temps : 5. Puisque je n'ai pas l'intention de faire un doctorat en mathématique
Oui, 12. Parce que ça m'a l'air assez intéressant. Cependant je ne ferais pas l'histoire des mathématiques car il y a d'autres belles choses à faire dans la vie. [...] Mais je reste à dire que l'histoire nous apprend d'où toute la civilisation tire ses connaissances et nous apprend également d'où nous venons	Perte de temps : 7. Car j'ai aucune intention de devenir un mathématicien, Je fais juste cela pour rester dans l'option ski.
Oui, 13. Car c'est encourageant et instructif cela nous donne une bonne idée d'où viennent ces équations.	Perte de temps : 8. J'aime mieux faire et apprendre des choses du présent
Oui, 14. J'aime l'histoire et savoir qui ont pensé et qui ont façonné le monde d'aujourd'hui.	Perte de temps : 9. Je n'aime pas l'histoire donc ce n'est pas intéressant pour moi
Oui, 18. Quoique j'aime mieux faire autre chose, c'est assez intéressante t surtout nécessaire	

Les élèves du type I aimeraient entendre parler davantage des mathématiciens. Ces élèves reconnaissent l'importance de l'histoire pour différentes raisons (d'où viennent les équations, savoir d'où nous venons, etc.). Ils sont intéressés par l'histoire.

Les élèves du type II considèrent que c'est une perte de temps. Ils ne manifestent pas d'intérêt pour l'histoire. Un seul mentionne que lui n'est pas intéressé, mais que cela pourrait être le cas pour d'autres élèves.

3.2.4.5 Conclusion

Les élèves du type I semblent apprécier que le texte ne soit pas tout en mots. Nous notons aussi que ces élèves ont été influencés par la présentation des mathématiciens. C'est comme si ces élèves avaient trouvé une façon de faire des mathématiques plus facilement puisqu'ils n'ont pas nécessairement besoin de lire un texte en mots. Ils semblent préférer les symboles.. Les élèves du type II sont des élèves qui n'ont pas manifesté de difficulté avec le français, mais qui n'expriment pas clairement un intérêt pour l'histoire. Ces élèves semblent être sorti de leur zone de confort. Ils donnent l'impression de perdre un contrôle qu'ils ont normalement. Ce contrôle, ils ne le retrouvent pas dans le type d'activité qu'ils ont vécu.

Les élèves du type I identifient, dans leurs justifications, beaucoup d'éléments qui sont des traces de l'humanisation des mathématiques. Ils semblent avoir une perception évolutive des mathématiques. Les élèves du type II identifient trois fois moins d'éléments humanisants. Ils semblent avoir une perception plus figée des mathématiques que les élèves de type I. Les types d'élèves seraient identifiés par les expressions suivantes :

Type I: élèves manifestant une perception évolutive des mathématiques

Type II : élèves manifestant une perception figée des mathématiques.

Nous avons établit nos critères par rapport à la perception des mathématiques. Nous aurions pu choisir le critère histoire pour définir nos types d'élèves. Les élèves de type I suggèrent souvent l'idée de l'évolution. Seuls deux élèves de type II le font. Les autres élèves de type II vont aborder davantage l'idée de la contextualisation ou des différentes façons de faire et d'écrire. Selon le type d'élèves, les réponses semblent indiquer que les élèves ne perçoivent pas l'histoire de la même façon tout au long de l'activité. Les élèves de type I ont perçu le cheminement des mathématiques. Quant à eux, les élèves de type II ont perçu des éléments plus précis (façon de faire à telle époque).

3.3 Conclusions relatives aux questions de recherche

L'analyse par combinaison de questions a fait ressortir des éléments intéressants. Il y a d'abord la contradiction survenue entre le fait que d'avoir entendu parler d'un mathématicien influence ou non la façon d'aborder son texte et le fait que la nature particulière de l'activité est plus ou moins intéressante que celle de leurs activités habituelles. Ainsi les élèves qui affirment que la présentation des mathématiciens influence leur façon d'aborder le texte ont en majorité indiqué qu'ils trouvent cette façon de faire moins intéressante que d'habitude et vice-versa. Cette contradiction se poursuit lorsque nous observons les résultats à la sixième question (*Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé sans nécessairement voir leur texte, ou trouveriez-vous cela une perte de temps?*). Les élèves qui ont répondu que la présentation des mathématiciens ne les avait pas influencés voudraient, en majorité, entendre parler davantage des mathématiciens. Nous constatons, que malgré le lien que nous avions fait entre ces trois questions avant de réaliser l'activité, les élèves ne font pas les mêmes liens . Il n'y a pas de relation pour eux entre ces trois questions. Leur interprétation est probablement différente de celle que nous avons faite. Il est aussi possible que ce soit notre interprétation ou nos attentes qui n'étaient appropriées pour la question. À la page 18, nous discutions de l'ambiguïté de la question 6. Cette ambiguïté amène différentes contradictions par rapport à nos attentes. Ainsi la nature de la question cause une difficulté pour l'analyse des résultats.

L'analyse des réponses des élèves a aussi fait ressortir du lot deux groupes d'élèves. Les élèves du premier groupe (type I) n'ont pas été influencés par la présentation des mathématiciens lorsqu'ils ont abordé le texte. L'utilisation des textes anciens a suscité leur curiosité. Ces élèves ont trouvé que cette façon de faire est plus intéressante que ce qu'ils font ordinairement en classe. Ils voudraient entendre parler davantage des mathématiciens, sans nécessairement voir leur texte. Ce premier groupe de six élèves manifeste une perception évolutive des mathématiques. Ces élèves ont majoritairement préféré le texte d'Hérigone. Les éléments des autres textes qu'ils ont moins aimés sont liés au texte. Ces élèves font appel à divers aspects de l'humanisation des mathématiques. Pour les élèves du deuxième groupe d'élèves (type II), la présentation des mathématiciens a influencé leur façon d'aborder le texte, l'utilisation des textes anciens a aussi suscité leur curiosité. Cette façon de faire est moins intéressante pour eux que ce qu'ils font habituellement. Pour ces élèves, entendre parler des mathématiciens est une perte de temps. Ce deuxième groupe de cinq élèves manifeste une perception plutôt figée des mathématiques. Ces élèves n'ont pas nécessairement de préférence quant au choix du texte. Les éléments qu'ils ont moins aimés dans les deux autres textes sont surtout liés à la forme ou à la structure du texte. L'utilisation des textes anciens a aussi suscité leur curiosité. Les élèves du type II ont mentionné des raisons différentes de celles des élèves de type I. Elles font surtout appel aux différentes façons de faire, alors que les élèves du type I ont fait appel à l'histoire. .

Une première question de recherche plus spécifique est : Est-ce que l'utilisation de textes anciens humanise les mathématiques?

La majorité des élèves ont mentionné que l'utilisation des textes anciens avait suscité leur curiosité. Leurs réponses indiquent des traces d'humanisation. Les élèves ont souligné l'évolution des mathématiques, les différentes façons de faire et l'écriture qui est différente de ce qu'ils connaissent. Ces trois éléments donnent des indices d'humanisation. Quelques élèves ont constaté que les mathématiques ne sont pas figées, qu'elles ont évolué. Lorsque les élèves réalisent qu'il n'y a pas qu'une seule façon de faire ou d'écrire, ils changent probablement leur perception des mathématiques. Plusieurs réponses des élèves aux autres questions étaient teintées d'aspects liés à l'humanisation des mathématiques.

Une deuxième question de recherche plus spécifique est : Est-ce que les activités à caractère historique intéressent les élèves?

La majorité des élèves (onze des dix-huit élèves) a indiqué qu'ils trouvaient cette façon de faire moins intéressante que ce qu'ils font ordinairement. Les élèves n'élaborent pas beaucoup leur réponse. Par exemple, certains élèves indiquent que le niveau de difficulté est trop élevé ou qu'il y avait trop de textes. S'il y avait eu seulement deux textes, ces élèves auraient peut-être plus apprécié l'activité. Il y aurait eu moins de textes, donc l'activité aurait été plus courte et plus facile à réaliser. Par ailleurs, les élèves se sont bien impliqués du début à la fin de l'activité. Ils ont posé des questions. Ils ont discuté. Ils se sont intéressés à l'activité tout au long des deux périodes. Aucun élève n'a abandonné l'activité. Nous notons, ici qu'un élève aurait pu arrêter de répondre aux questions. De plus, c'est la première fois que les élèves vivent une telle expérience. Il est normal qu'ils soient déstabilisés.

Une troisième question de recherche plus spécifique est : Quels sont les éléments de l'histoire des mathématiques qui intéressent les élèves au secondaire?

Un premier élément de réponse à cette question est l'utilisation des textes anciens. Les élèves ont mentionné que cela avait suscité leur curiosité. De plus, chacun des mathématiciens a été présenté. Les élèves ont rapporté certaines de ces informations lors des questionnaires portant sur chacun des textes. L'information la plus rapportée est la période au cours de laquelle a vécu Euclide. Cela a impressionné les élèves. La deuxième information la plus rapportée est la profession de Houël. Étant donné que ce sont des élèves du secondaire, ils connaissent des enseignants. C'est un élément qui a un lien avec eux. Quant à l'élément le plus rapporté pour Hérigone c'est la fondation de Trois-Rivières. Nous constatons qu'il n'y a pas un type particulier d'information qui intéresse de façon marquée les élèves. En effet, l'une est de type « chronologique », une autre est de type « professionnelle » et la dernière est de type « histoire du Québec ». Peut-être que toute information donnant un côté humain (qui rejoint les élèves) à un mathématicien intéresse les élèves.

La dernière question de recherche est : Est-il réaliste pour un enseignant du secondaire de mettre en œuvre en classe de telles activités? Est-ce que cela vaut la peine d'en créer?

Il n'y a pas de méthodologie reliée à cette question. La réponse est plutôt une impression découlant du travail impliqué par la préparation et la prestation de l'activité au cœur de l'expérimentation.

Les activités à caractère historique sont profitables. Elles permettent aux élèves de découvrir des aspects de la mathématique qu'ils ne connaissent pas. De plus, le Programme de formation de l'école québécoise indique des *Repères Culturels* pour chaque thème mathématique. L'histoire des mathématiques prend plus d'importance dans le nouveau programme. Nous sommes consciente de l'effet positif que peut apporter l'histoire dans l'enseignement des mathématiques et nous y croyons. Nous pensons qu'à long terme, les élèves y prendraient goût. Cependant, ce n'est pas une habitude et les élèves sont parfois très réticents à la nouveauté. Ils sont facilement déstabilisés.

L'expérimentation a eu lieu dans un contexte très facilitant. Le groupe d'élèves était peu nombreux. De plus, comme nous en avons discuté avec l'enseignante qui nous a accueillie, les élèves faisant partie d'une concentration sont généralement plus curieux, plus ouvert à ce qui est nouveau. Finalement, l'expérimentation s'est faite sur deux périodes consécutives. Ce n'est pas toujours possible. Le contexte d'expérimentation était idéal. Ce n'est pas toujours le cas dans le cadre d'un enseignement régulier. Les résultats auraient sûrement été différents si le groupe avait été plus nombreux, si les élèves n'avaient pas fait partie d'une concentration ou si le contexte n'avait pas été aussi facilitant.

Bien que les textes aient été faciles à trouver, la création de cette activité a demandé beaucoup de réflexion, de temps, de questionnement. Il faut se demander si un enseignant à temps plein, avec sa planification, sa correction et toutes ses autres tâches connexes, a le temps de créer de telles activités. Nous croyons que la réponse est non, surtout dans le contexte dans lequel la réforme est implantée. Un enseignant dégagé d'une partie de sa tâche pourrait en créer quelques-unes. Dans un monde idéal, le MELS, les conseillers pédagogiques et des enseignants travailleraient ensemble pour créer de telles activités. L'accompagnement des conseillers pédagogiques serait grandement apprécié des enseignants lors de la réalisation en classe de telles activités. Pour augmenter l'aisance des enseignants à la création ou à la réalisation de telles activités, il faudrait que l'histoire des mathématiques ait plus d'importance lors de leurs formations initiale et continue. Il faut un travail de concertation pour mener à bien cette intention. Bien que nous constations qu'il est difficile pour un enseignant de créer de telles situations, si elles existent, leur utilisation est souhaitable. Les manuels commencent à proposer de telles activités. Les enseignants ont aussi des ressources sur le Web. L'utilisation des situations sur le web demande un tri par l'enseignant ce qui est moins le cas lorsqu'on se restreint au manuel. Parfois, ils doivent réaménager la situation. De telles activités pourraient être développées dans le cadre de mémoires ou de thèses de doctorat. Il faudrait alors en assurer la diffusion adéquatement.

Finalement, la question principale de notre recherche est : Est-ce que l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques au secondaire humanise les mathématiques?

En somme, nous croyons que l'histoire des mathématiques a sa place dans l'enseignement des mathématiques au secondaire. Son apport à l'enseignement est de différentes natures : humaniser les mathématiques, connaître les mathématiciens et leur parcours, prévoir pour les enseignants les erreurs et les difficultés que les élèves pourraient rencontrer lors de l'apprentissage d'un concept, voir d'autres façons de faire, connaître l'origine du développement d'un concept, etc. L'expérimentation a montré que l'histoire (présentation des mathématiciens ou utilisation des textes anciens) permet à certains élèves de considérer des facettes des mathématiques qu'ils ne sont pas habitués de percevoir avec l'enseignement plus traditionnel. De façon générale, les élèves ne savent pas qui sont les mathématiciens. Ils n'ont pas l'idée que les mathématiques n'ont pas toujours eu la même forme. Ils n'ont pas conscience que les mathématiciens n'utilisent pas une seule et unique façon de faire. L'utilisation des textes anciens et la présentation des mathématiciens ont permis à certains d'entrevoir différentes facettes des mathématiques. De plus, pour d'autres élèves, l'activité leur a permis de prendre conscience que les mathématiques ont évolué.

En regard des résultats de notre activité, nous avons constaté que les élèves (au moins 13 des 18 élèves) ont rapporté au moins un indice de l'humanisation des mathématiques.

CONCLUSION

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressée à la place de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques; plus précisément, à la capacité de l'histoire, par l'entremise de textes anciens, à favoriser l'humanisation des mathématiques. La lecture des articles de Tzanakis et Arcavi (2000) et de Gulikers et Blom (2001) (voir section 1.1) a permis de préciser l'orientation de la recherche. Une réflexion, sur la place des mathématiques au travers des autres disciplines scolaires (voir section 1.2), nous a amené à définir ce qu'était l'humanisation. Pour une personne, l'humanisation d'une action ou d'une notion, c'est sa capacité à insérer consciemment et d'une façon qui devient pour elle de plus en plus naturelle, cette action ou notion dans un réseau de connaissances (historiques, sociologiques, ...) et de processus qui s'inscrivent dans un large spectre d'activités civilisatrices des hommes. L'humanisation des mathématiques pourrait rendre les mathématiques plus accessibles, de permettre de discuter des mathématiques et de rattacher les mathématiques à des activités plus larges que des activités scolaires. Elle se manifeste entre autres par la présentation de mathématiciens(nes), de l'évolution de concepts, la comparaison des méthodes. Certaines actions des élèves nous donnent des traces de l'humanisation. Un élève qui démontre de l'intérêt pour l'origine d'un concept, qui compare les façons de faire, qui donne son opinion sur un sujet mathématique ou qui reconnaît un terme lié aux mathématiques dans un autre domaine laisse une trace d'humanisation. Nous n'énonçons ici que quelques éléments de l'humanisation des mathématiques au secondaire. Nous en sommes alors venue à la formulation de la question principale de la recherche et des questions plus spécifiques qui l'accompagne. La question principale de la recherche est :

- Est-ce que l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques au secondaire humanise les mathématiques?

Trois questions plus spécifiques la précisent :

- Est-ce que l'utilisation de textes anciens humanise les mathématiques?
- Est-ce que les activités à caractère historique intéressent les élèves?
- Quels sont les éléments de l'histoire des mathématiques qui intéressent les élèves au secondaire?

Finalement, une dernière question s'impose. L'enseignant est important pour nous. La réponse à notre question principale ne serait pas complète sans une réflexion sur ce point de vue. La réponse à cette question n'est supportée par aucune méthodologie. Ce sont nos impressions d'enseignant qui ont servi de base à notre réflexion. Cette dernière question est :

- Est-il réaliste pour un enseignant du secondaire de mettre en œuvre en classe de telles activités? Est-ce que cela vaut la peine d'en créer?

Pour vérifier si l'utilisation de l'histoire des mathématiques humanise les mathématiques au secondaire, nous utilisons des textes anciens. Nous avons utilisé à deux reprises dans un contexte d'enseignement la démonstration de la proposition 5 des *Éléments* d'Euclide (voir section 2.1.1). Bien que ces expériences n'aient pas vraiment été convaincantes, elles ont été enrichissantes. Elles servent de point de départ. L'idée est d'utiliser des textes anciens pour permettre aux élèves de les analyser et de les comparer. Nous avons choisi des textes d'Euclide, d'Hérigone et de Houël (voir section 2.2). Houël et Hérigone ont réécrit le texte d'Euclide à leur façon. Ils n'utilisent pas la même structure pour faire leur démonstration, ni la même forme. Notre objectif pédagogique est de faire voir aux élèves qu'il y a plusieurs façons de faire la même démonstration. Après avoir analysé les textes (voir section 2.3), nous déterminons les éléments que nous voulons mettre en évidence pour les élèves. Nous avons choisi de présenter les 3 mathématiciens. La section 2.4 décrit la Présentation historique de ces trois mathématiciens. Puis, nous décrivons la structure de la cueillette de données (voir section 2.5). À partir des éléments retenus à la section 2.3 (Analyse des textes choisis), nous composons les questions en lien avec les trois textes (voir section 2.6). Nous composons aussi des questions qui ne sont pas en lien avec les textes, mais avec l'activité dans son ensemble. Ces dernières permettront de répondre aux questions de recherche. Elles se retrouvent dans un questionnaire distinct (voir section 2.7). La section 2.8 décrit la structure de l'expérimentation. Nous avons eu la chance de faire une expérimentation préalable auprès de nos élèves. Cette expérimentation a eu lieu en novembre 2008 (voir section 2.9). À la suite de l'expérimentation préalable et de l'analyse des résultats obtenus, nous avons amélioré certains aspects de l'activité (voir section 2.10).

Par la suite, la section 3.1 décrit le déroulement de l'expérimentation vécue en février 2009. Un groupe de 18 élèves de l'école secondaire A. N. Morin de Sainte-Adèle a fait l'activité. L'analyse des résultats se fait en différents temps. Il y a d'abord une analyse par question (voir section 3.2.1). De cette analyse, il ressort que la présentation des mathématiciens a joué sur la façon d'aborder le texte. Cette présentation a permis aux élèves de contextualiser l'époque, de donner de la crédibilité aux mathématiciens. Les réponses à cette question nous indiquent aussi la perception que certains élèves ont des mathématiques. Nous constatons que l'utilisation des textes anciens a suscité la curiosité de la presque totalité des élèves. À cette question, les élèves ont amené beaucoup d'éléments de réponses indiquant des traces de l'humanisation des mathématiques. Certains élèves ont parlé de l'évolution des mathématiques, d'autres ont parlé des différentes façons de faire ou d'écrire. Les élèves ont en majorité trouver que la façon de faire de l'activité était moins intéressante que ce qu'ils font ordinairement. Les explications des élèves prennent différentes orientations (niveau de difficulté, le nombre de textes, trop de mots, etc.). Cependant, ils aimeraient entendre parler davantage des mathématiciens. La formulation de cette sixième question est inexacte. Cela entraîne une ambiguïté dans les réponses des élèves. Par le fait même, les réponses sont biaisées. Les réponses des élèves démontrent une ouverture d'esprit. Les explications des réponses ont apporté beaucoup d'informations sur l'humanisation des mathématiques, mais aussi sur la perception qu'ils ont des mathématiques. À la suite de l'analyse par question, nous avons fait des combinaisons de questions (voir section 3.2.2). En observant les réponses des élèves, nous avons constaté que la majorité des élèves pour qui la présentation des mathématiciens n'avait pas joué sur la façon d'aborder leur texte avait trouvé la façon de faire plus intéressante et qu'ils aimeraient entendre parler davantage des mathématiciens, sans nécessairement voir leur texte. De la même façon, les élèves qui ont été influencés par la présentation des mathématiciens ont trouvé cette façon de faire moins intéressante et ils considèrent que c'est une perte de temps que d'entendre parler des mathématiciens. Nous avons finalement analysé les réponses des élèves à certaines questions selon le choix de leur texte préféré. Pour certaines questions, il semble que le texte préféré a une influence sur les réponses.

L'analyse des résultats a mené à une catégorisation des élèves (voir section 3.2.4). Il en est ressorti deux types d'élèves. Le premier type d'élèves (type I) correspond à des élèves dont la présentation des mathématiciens n'a pas influencé la façon d'aborder leur texte. L'utilisation des textes anciens a suscité leur curiosité. Ces élèves ont trouvé cette façon de faire plus intéressante que ce qu'ils font ordinairement en classe. Ces élèves ont manifesté un intérêt pour l'histoire. Étant donné que l'activité intègre l'histoire aux mathématiques, il est probable que ces élèves se soient sentis plus interpellés qu'ordinairement par l'activité. Ils aimeraient entendre davantage parler des mathématiciens. Cette

réponse est cohérente avec leur intérêt pour l'histoire et le fait qu'ils aient trouvé cette façon de faire plus intéressante. Ils ont une perception évolutive des mathématiques. Ces élèves ont donné des traces de l'humanisation des mathématiques. Ils font souvent référence à l'évolution des mathématiques ou à la façon dont c'était à une certaine époque sans préciser laquelle. En classe, un élève de type I serait un élève qui manifeste sa curiosité quant à l'évolution des mathématiques en posant des questions. L'élève de type I nous semble concevoir que les mathématiques ont évolué. Il y a peut être un lien à établir entre le fait que la présentation des mathématiciens n'ait pas influencé leur façon d'aborder les textes. Il est possible que leur perception des mathématiques (qui sont en évolution) fasse en sorte que la présentation ne les influence pas. Leur perception fait en sorte qu'ils ont déjà des attentes face à ces textes et la présentation des mathématiciens ne leur apporte rien de plus comme information.
Les élèves du deuxième type (type II) ont été influencés par la présentation des mathématiciens. L'utilisation des textes anciens a aussi suscité leur curiosité. Ces élèves ont trouvé la façon de faire moins intéressante que d'habitude et ils considèrent que c'est une perte de temps d'entendre parler des mathématiciens. Ces élèves ont une perception des mathématiques plutôt figée. Ces élèves ont aussi donné des traces de l'humanisation des mathématiques. Cependant, ces traces sont différentes de celles des élèves du type I. Les élèves de type II n'abordent pas beaucoup l'idée de l'évolution des mathématiques. Quelques uns ont parlé des différentes façons de faire et d'écrire. Nous sentons que leur perception des mathématiques est différente de celle des élèves du type I. Leur perception des mathématiques est peut-être appelée à changer selon les expériences qu'ils vivront en mathématiques.

À la suite de l'analyse des résultats, nous constatons que certains de nos choix n'étaient pas les meilleurs. Les questions posées lors de l'activité ne nous permettent pas de répondre clairement à nos questions de recherche. Des entrevues individualisées auraient sûrement permis de préciser la pensée des élèves. L'analyse des résultats aurait été moins ambiguë. Nous aurions alors pu faire une analyse plus en profondeur. Lors de notre expérimentation, nous avons tenté de faire ressentir la nécessité de faire une preuve à partir d'un énoncé autre que celui que nous utilisions pour l'activité. C'est une autre faiblesse de notre expérimentation.. Notre méthodologie ne nous permet pas de déterminer si l'humanisation est plus ou moins permanente. Nous ne pouvons que constater ponctuellement certaines manifestations de l'humanisation des mathématiques se sont présentées au cours de l'activité. Il aurait fallu rencontrer à nouveau ces élèves quelques semaines plus tard pour déterminer si l'activité a entraîné des changements temporaires ou un peu plus permanents.

À la suite de l'activité, nous constatons que nos attentes étaient grandes lors de la création de l'activité. Cette activité est de grande envergure pour un premier contact avec des textes anciens. Plusieurs des questions posées en lien avec les textes ne nous ont été d'aucun apport. Les questions en lien avec les textes prenaient différentes orientations. Nous aurions pu limiter ces orientations.

Nous avons trois questions plus spécifiques qui précisent la question principale de recherche. Nous constatons que l'utilisation des textes anciens humanise les mathématiques. Une autre question est de savoir si les activités à caractère historique intéressent les élèves. Les réponses des élèves ne permettent pas une conclusion claire à cette question. Le fait que ce soit la première fois que les élèves vivent ce type d'activité les déstabilise. La troisième question est de déterminer quels sont les éléments de l'histoire des mathématiques qui intéressent les élèves. Bien que les élèves aient mentionné plusieurs éléments, il est difficile de donner une réponse précise. Cependant, il y a différents types d'informations qui ont plus marqué les élèves. Un premier type est relatif au temps : l'époque ancienne relative à Euclide. Un deuxième type est relié à la réalité des élèves. Ce sont des informations en lien avec des éléments qui leur sont familiers : Trois-Rivières et la profession de Houël.
Une quatrième question est plutôt orientée vers les enseignants. Nous voulons savoir s'il est réaliste que les enseignants créent de telles activités et si cela vaut la peine. L'expérimentation a été réalisée dans un contexte idéal : le nombre d'élèves était petit, les deux périodes nécessaires à la réalisation de l'activité étaient consécutives. Réaliser une activité de la même envergure que celle-ci demande beaucoup de temps. Un enseignant, à travers ses tâches connexes, a difficilement le temps de faire ce travail. Il faudrait que le MELS collabore avec les conseillers pédagogiques et les enseignants pour créer des activités à caractère historique.

Tout ceci nous amène à conclure que l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement des mathématiques au secondaire est propice à humaniser les mathématiques.

Nous n'avons pas pu répondre précisément à la question de la capacité de l'histoire à humaniser les mathématiques abordées dans ce mémoire. Nous voulions connaître les éléments de l'histoire des mathématiques qui intéressent les élèves. Notre expérimentation n'a pas permis de répondre à cette question. Nous avons toutefois obtenu un début de réponse. Est-ce que nos résultats seraient les mêmes lors de l'expérimentation d'une autre activité? Il serait intéressant de faire une recherche plus en profondeur sur ce qui intéresse les élèves dans l'histoire des mathématiques. Est-ce que le point de vue des mathématiciens ou les événements qui les ont influencés intéresse les élèves? Qu'est-ce qui intéresse vraiment les élèves dans l'histoire des mathématiques : les anecdotes, le cheminement des mathématiques, les mathématiciens, etc.? Une autre possibilité est de déterminer si l'histoire des mathématiques intéresse plus ou moins les élèves selon le champ mathématique. Nous n'avons pas pu déterminer clairement si les activités à caractères historiques intéressent les élèves. Une autre méthodologie permettrait peut-être de répondre à cette question de façon plus efficace. Finalement, nous n'avons pas traité l'aspect socioculturel de l'histoire des mathématiques. Est-ce qu'une activité mathématique s'inspirant de différentes cultures intéresseraient les élèves? Une telle activité pourrait être reliée aux différents systèmes de numération (chinois, égyptien). Nous croyons que c'est aussi une avenue qui pourrait se révéler intéressante pour l'humanisation des mathématiques. La création d'activités à caractère historique pouvant être diffusées dans le réseau pourrait être intéressante pour les enseignants. Ces derniers n'ont pas le temps de créer de telles activités. Ils seraient probablement plus tentés d'utiliser de telles activités si ces dernières étaient créées.

BIBLIOGRAPHIE

Arcavi, Abraham. 1987. « Using historical materials in mathematics classroom ». *Arithmetic Teacher*, vol 35, no 4, p. 13-16.

Arcavi, Abraham. 1991. « Two benefits of using history». *For the Learning of Mathematics*, vol 11, no 2, p. 11.

Guichard, Jean-Paul. 2001. « À partir de quelques textes historiques ». *in* Barbin, Évelyne, Raymond Duval, Italo Giorgiutti, Jean Houdebine et Colette Laborde. *Produire et lire des textes de démonstration*, Chapitre 3, p.63-86. Paris : Ellipses.

Barta, J. 1995. « Ethnomathematics ». *Mathematics in school*, vol 24, no 2, p. 12-13.

Bidwell, J.K. 1993. « Humanize your classroom with the history of mathematics ». *Mathematics Teacher*, vol 86, no 6, p. 461-464.

Bkouche, R. 1990. « Enseigner la géométrie, pourquoi? ». *Repères IREM* 1, p. 92-102.

Breton, Guy, André Deschênes et Antoine Ledoux. 1997. *Regards Mathématiques 416*. T. 2. Anjou (Québec): Éditions CEC, 209 p.

Breugel,, K. van. 1987. « Van kleitablet tot overhead ». *Euclides* 63, p. 117-118.

Brodkey, J.J. 1996. « Starting a Euclid club ». *Mathematics Teacher*, vol 89, no 5, p. 386-388.

Byers, V. 1982. « Why study the history of mathematics? ». *For the Learning of Mathematics*, vol 13, no 1, p. 59-66.

De Villers, Marie-Eva. *Le MultiDictionnaire de la langue française*. Montréal, Québec/ Amérique, 1997, 1533 p.

Ernest, P. 1994. « The history of mathematics and the learning of mathematics: psychological issues ». *Proceedings of the Eighteenth International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, vol 1University of Lisbon, Portugal, p. 117-120.

Fauvel, J. 1991. « Using history in mathematics education ». *For the Learning of Mathematics*, vol 11, no 2, p. 3-6.

Fowler, D. 1991. « Perils and pitfalls of history ». *For the Learning of Mathematics*, vol 11, no 2, p. 15-16.

Fraser B.J et Koop, AJ. 1978. « Teachers' opinion about some teaching material involving history of mathematics ». *For the Learning of Mathematics*, vol 9, no 2, p. 147-151.

Freudenthal, H. 1973. *Mathematics as an Educational Task*, Reidel, Dordrecht.

Furinghetti, F. et Somaglia A. 1998. « History of mathematics in school across disciplines ». *Mathematics in School*, vol 24, no 4, p. 48-51.

Grattan-Guinness, I. 1977. « The history of mathematics and mathematical education ». *The Australian Mathematics Teacher*, vol 33, no 3/4, p. 164-169.

Grootendorst, A.W. 1982. « De geschiedenis van de wiskunde en het onderwijs in de wiskunde ». *Wiskunde en Onderwijs*, vol 8, no 30 p. 287-306.

Grugnetti, L. 1994. « Relations between history and didactic of mathematics ». *Proceedings of the Eighteenth International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, vol 1University of Lisbon, Portugal, p. 121-124.

Gulikers, Iris, et Klaske Blom. 2001. " "A Historical Angle", a Survey of Recent Literature on the Use and Value of History in Geometrical Education" *Educational Studies in Mathematics*, no 47, p. 223-258.

Johnson, Micheline., *L'histoire apprivoisée*, Montréal : Boréal Express, 1979, pp. 70-71.)

Katz, V.J. 1994. « Ethnomathematics in the classroom ». *For the Learning of Mathematics*, vol 14, no 2, p. 26-30.

Kool, M. 1998. « Waarom kort als het ook lang kan? ». *Nieuwe Wiskrant*, vol 18, no 1, p. 5-8.

Laudenbacher, R et Pengelley D. 1996. « Mathematical masterpieces: teaching with original sources », in R. Calinger (ed.), *Vita Mathematica: Historical Research and Integration with Teaching*, MAA, Washington, p. 257-260.

Le petit Larousse 2009, éd. 2008, Paris, Éditions Larousse

Lightner, J.E. 1991. « A chain of influence in the development of geometry ». *Mathematics Teacher*, vol 84, no 1, p. 15-19.

Looy, H. van. 1980. « Het nut van geschiedenis van de wiskunde voor het wiskunde-onderwijs ». *Wiskunde en Onderwijs*, vol 6, no 24, p. 429-444.

Maanen, J. van. 1997. « New maths may profit from old methods ». *For the Learning of Mathematics*, vol 17, no 2, p. 39-46.

Ofir, R. 1991. « Historical happenings in the mathematical classroom ». *For the Learning of Mathematics*, vol 11, no 2, p. 21-23.

Peyrard, F. (1804), *Éléments de géométrie d'Euclide*, Paris. p. 12-14

Philippou, G.N. et Christou, C. 1998. « The effects of a preparatory mathematics program in changing prospective teacher' attitudes towards mathematics ». *Educational Studies in Mathematics*, vol 35, p. 189-206.

Ponza, M.V.. 1998. « A role for the history of mathematics in the teaching and the learning of mathematics. An Argentinian experience ». *Mathematics in School*, vol 27, no 4, p. 10-13.

Proia, L.M. et Mehghini, M. 1984. « Conic sections in the sky and on the earth ». *Educational Studies in Mathematics*, vol 15, p. 191-210.

Québec, Ministère de l'Éducation. 1997. *Programmes d'études Mathématique 536, enseignement secondaire.*

Ransom, P. 1993. « Astrolabes, cross staffs and dials ». *Mathematics in School*, vol 22, no 4, p. 2-8.

Ransom, P. 1995. « Navigation and surveying: teaching through the use of old instruments». *Histoire et Epistémologie dans l'Éducation Mathématique*, IREM de Montpellier, p. 227-239.

Rogers, L. 1997. *Ontoloy, phylogeny, and Evolutionary Epistemology*, Roehampton Institute, London.

Russ, S. 1991. « The experience of history in the mathematics education ». *For the Learning of Mathematics*, vol 11, no 2, p. 7-16.

Scheid, H. 1993. « Wann hat Mathematikgeschichte einen Platz im Mathematikunterricht ». *Mathematik in der Schule*, vol 31, no 11, p. 600-605.

Schubring, G. 1977. « Die historich-genetischen Orientierung in der Mathematik Didaktik ». *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, vol 9, no 4, p. 209-213.

Schubring, G. 1988. « Historische Begriffsentwicklung und Lernprozeß aus der Sicht neuerer mathematikdidaktischerKonzeptionen (Fehler, "Obstacles", Transposition) ». *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, vol 4, no 2, p. 138-148.

Scriba, C.J. 1983. « Die Rolle der Geschichte der Mathematik in der Ausbildung von Schürlern und Lehrern ». *Jahresberichte der Deutsche Mathematik Verien*, vol 85, p. 113-128.

Siu, F. K et Sui, M. K. 1979. « History of mathematics and its relations to mathematical education ». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, vol 10, no 4, p. 561-567.

Struve, H. 1996. « On the epistemology of mathematics in history and in school », in H.N. Jahnke, N. Knocke and M. Otte (eds). *History of Mathematics and Education: Ideas and Experiences*, Göttingen.

Swetz, F.J. 1984. « Seeking relevance? Try the history of mathematics ». *Mathematics Teacher*, vol 77, p. 54-62.

Thomaides, Y. 1991. « Historical disgressions in Greek geometry lessons classroom ». *For the Learning of Mathematics*, vol 11, no 2, p. 37-43.

Tzanakis, Constantinos et Abraham Arcavi. 2000. "Integrating history oh mathematics in the classroom: an analytic survey". In *History in Mathematics Education: the ICMI Study*, sous la dir. de John Fauvel et Jan Van Maanen, p. 201-240. Dordrecht: Kluwer.

Veloso, E. 1994. « Pratical uses of mathematics in the past: A historical approach to the learning of mathematics ». *Proceedings of the Eighteenth International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, vol 1University of Lisbon, Portugal, p. 133-136.

Waldegg, G. 1997. « Histoire, épistémologie et méthodologie dans la recherché en didactique ». *For the Learning of Mathematics*, vol 17, no 1, p. 43-46.

Windmann, B. 1986. « Methoden des Geschichitsunterricht im Mathematikunterricht, Plädoyer für ein Unterrichtskonzept ». *Mathematik Lehren*, vol 19, p. 24-31.

APPENDICE A

DOCUMENTS REMIS AUX ÉLÈVES

A.1	Texte et questionnaire de Houël	110
A.2	Texte et questionnaire d'Hérigone	114
A.3	Texte et questionnaire d'Euclide	119
A.4	Énoncés des propositions, des demandes et des notions communes	123
A.5	Questionnaire : Comparaison des trois textes	125

APPENDICE A.1

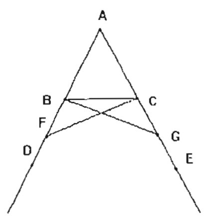
TEXTE ET QUESTIONNAIRE DE HOUËL

HOÜEL, J (1867), ESSAIS CRITIQUES SUR LES PRINCIPES DE LA GÉOMÉTRIE ÉLÉMENTAIRE.

Pont Victoria (1899)

PROPOSITION 5

Dans tout triangle isocèle ABC (fig. 5), 1° les angles à la base ABC, ACB sont égaux entre eux; 2° si l'on prolonge les côtés égaux AB, AC les angles formés au-dessous de la base, DBC, ECB, seront aussi égaux entre eux.



Sur le prolongement BD de AB, prenons à volonté un point F, et sur AE > AF, prenons une longueur AG = AF [pr. 3, note]. Joignons ensuite FC, GB.

1° Dans les triangles ACF, ABG, on a AF = AG, AC = AB, et l'angle A est commun. Donc [pr. 4]

FC = GB, ACF= ABG, AFC = AGB.

Comme on a d'ailleurs AF = AG et, AB = AC, il en résulte [ax. 3] BF = CG. Par conséquent, dans les triangles FBC, GCB, on a

BF = CG, FC = BG, BFC = BGC

Donc [pr. 4] FBC = GCB, c'est-à-dire que les angles au-dessous de la base sont égaux.

2° De plus, BCF = CBG; et comme on a d'ailleurs

ABG = ACF, CBG = BCF,

Il en résulte [ax. 3] ABC = ACB, c'est-à-dire que les angles à la base sont égaux.


Pères de la Confédération (1867)

Houël, Jules

(1867)

1. Qu'avez-vous retenu de ce qui a été dit sur Jules Houël ou de son époque ?

2. Quelles sont les différences et les ressemblances entre les notations utilisées par Houël et celles que nous utilisons ?

Différences	Ressemblances

3. À partir du texte de Houël, écris à notre façon la preuve que les triangles ACF et ABG sont isométriques.

Hypothèses	Schéma
Conclusion	
Affirmation	Justification
1.	
2.	
3.	
4.	

4. Quelle est la stratégie utilisée pour démontrer que dans un triangle isocèle, les angles opposés aux côtés congrus sont congrus ? Décris cette stratégie en mots sans réécrire la preuve. Quelles sont les étapes de cette preuve ?

____

____

____

____

____

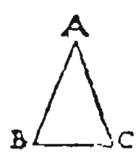
APPENDICE A.2

TEXTE ET QUESTIONNAIRE D'HÉRIGONE

THEOR. II. PROPOS. V.

Isoscelium triangulorum qui ad basim sunt anguli, inter se sunt æquales: Et productis æqualibus rectis lineis, qui sub basi sunt anguli, inter se æquales erunt.

Des triangles isosceles, les angles qui sont à la base, sont égaux entr'eux: Et les lignes droictes égales estans prolongées, les angles qui sont sous la base, seront égaux entr'eux.



Hypoth.

ab 2|2 ac,

abd & ace *snt* —.

Req. π. demonstr.

<abc 2|2 <acb,

<cbd 2|2 <bce.

Præpar.

ad *est arbitr.*

3. 1.	af 2|2 ad,
1. p. 1.	cd & bf *snt* —.
	Demonstr.
constr.	ad 2|2 af,
hyp.	ac 2|2 ab,
	<a *est commun.*
4. 1.	dc 2|2 bf, α
4. 1.	<adc 2|2 <afb, β
4. 1.	<acd 2|2 <abf, γ
constr.	ad 2|2 af,
hyp.	ab 2|2 ac,
3. a. 1.	bd 2|2 cf,
α	dc 2|2 bf,

β	<bdc 2|2 <cfb,	γ	<acd 2|2 <abf,
concl. 4. 1.	<dbc 2|2 <fcb,	concl 3 a. 1.	<acb 2|2 <abc.
4. 1.	<dcb 2|2 <fbc,		

Hérigone, Pierre
(1634)

1. Qu'avez-vous retenu de ce qui a été dit sur Pierre Hérigone ou de son époque ?

2. Quelles sont tes impressions en regardant le texte de Hérigone au premier coup d'œil ? Y a-t-il des éléments qui te « frappent » ?

3. À partir du texte de Hérigone, complète la figure. (complète la figure sur le texte de Hérigone).

4. En quoi la construction Hérigone est différente de celle de Houël ?

5. Quelles sont les différences et les ressemblances entre les notations utilisées par Hérigone et les nôtres ?

Différences	Ressemblances

6. À la première ligne de la Démonstration, Hérigone écrit *constr*. À la deuxième ligne, il écrit *hyp*. Que signifient et à quoi servent ces deux termes ?

____

____

____

7. Aux lignes 4 à 6 de la Démonstration, Hérigone utilise des lettres grecques (α, β et γ). À quoi servent ces lettres dans la preuve de Hérigone ?

____

____

____

8. À quoi servent les colonnes étroites dans le texte de Hérigone ?

9. Est-ce que l'on retrouve les mêmes étapes chez Houël ?

10. Est-ce que la stratégie de Hérigone est la même que celle de Houël ?

11. L'intention de Hérigone était d'écrire le texte sans qu'il soit nécessaire de connaître une langue en particulier. Est-ce que son objectif est atteint ?

APPENDICE A.3

TEXTE ET QUESTIONNAIRE D'EUCLIDE

EUCLIDE (-III siècle). LES ÉLÉMENTS. Livre I, proposition 5.

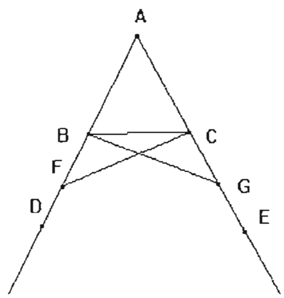
5

énoncé

Les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux, et si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base seront égaux entre eux.

Parthénon (-432)

Soit un triangle isocèle ABC ayant le côté AB égal au côté AC, et que, les droites BD, CE soient les prolongements en ligne droite de AB, AC.



Je dis que, d'une part l'angle sous ABC est égal à l'angle sous ACB, d'autre part, que celui sous CBD est égal à celui sous BCE.

construction

En effet d'un point F pris au hasard sur BD, et que soit retranchée de la plus grande, AE, la droite AG, égale à la plus petite AF, et que les droites FC, GB soient jointes.

démonstration

Or puisque d'une part AF est égale à AG, d'autre part AB à AC, alors les deux droites FA, AC sont égales aux deux GA, AB, chacune à chacune, et elles contiennent l'angle commun, celui sous FAG, donc la base FC est égale à la base GB, et le triangle AFC sera égal au triangle AGB et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que sous-tendent les côtés égaux, d'une part celui sous ACF à celui sous ABG, d'autre part celui sous AFC à celui sous AGB.

Et puisque AF tout entière est égale à AG tout entière, que sa [partie] AB est égale à la [partie] AC, la [partie] restante BF est donc égale à la [partie] restante CG. De plus, il a été démontré que FC est égale à GB. Ainsi les deux BF, FC sont égales aux deux CG, GB, chacune à chacune, et l'angle sous BFC [est] égal à l'angle sous CGB; et BC est leur base commune; et donc le triangle BFC sera égal au triangle CGB et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que les côtés égaux sous-tendent; donc d'une part celui sous FBC est égal à celui sous GCB, d'autre part celui sous BCF est égal à celui sous CBG.

Or puisque l'angle tout entier sous ABG a été démontré égal à l'angle tout entier sous ACF, que sa [partie], l'angle sous CBG, est égale à la [partie] sous BCF, celui restant sous ABC est donc égal à celui restant sous ACB. Et ils sont à la base du triangle ABC. Il a aussi été démontré que celui sous FBC est égal à celui sous GCB. Et ils sont sous la base.

conclusion

Donc les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux, et si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base seront égaux entre eux. Ce qu'il fallait démontrer.

Euclide
(~ -300)

1. Qu'avez-vous retenu de ce qui a été dit sur Euclide ou de son époque ?

2. Quelles sont tes impressions en regardant le texte de Euclide au premier coup d'œil ? Y a-t-il des éléments qui te frappent ?

3. Le texte de Euclide est séparé dans ces différentes parties. Deux de ces parties identifiées dans la colonne de gauche ne sont pas identifiées. Identifier les sur le texte.

4. La Démonstration de Euclide est constituée de trois paragraphes. Détermine ce que fait Euclide à chacun de ces paragraphes.
   Premier paragraphe :

   Deuxième paragraphe :

   Troisième paragraphe :

5. Voici l'énoncé de la proposition 4, qui dans le texte de Euclide précède la proposition 5 : Si deux triangles ont deux côtés égaux à deux côtés, chacun à chacun, et s'ils ont un angle égal à un angle, celui contenu par les droites égales, ils auront aussi la base égale à la base, les triangles seront égaux et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que les côtés sous-tendent. À quoi correspond cet énoncé pour nous ?

____

____

6. Où retrouvez-vous un libellé semblable à celui de la proposition 4 dans la démonstration d'Euclide ?

____

____

7. En t'appuyant sur les énoncés de la proposition 3, de la demande 1 et de la notion commune 3, indique de quelle façon Euclide précise à quels énoncés font référence ses justifications.

____

____

____

APPENDICE A.4

ÉNONCÉS DES PROPOSITIONS, DES DEMANDES ET DES NOTIONS COMMUNES

Énoncés des propositions, demandes et notions communes

Proposition 3

De deux droites inégales données, retrancher de la plus grande une droite égale à la plus petite.

Demande 1

Qu'il soit demandé de mener une ligne droite de tout point à tout point.

Proposition 4

Si deux triangles ont deux côtés égaux à deux côtés, chacun à chacun, et s'ils ont un angle égal à un angle, celui contenu par les droites égales, ils auront aussi la base égale à la base, les triangles seront égaux et les angles restants seront égaux aux angles restants, chacun à chacun, c'est-à-dire ceux que les côtés sous-tendent.

Notion commune 3

Si, à partir de choses égales, des choses égales sont retranchées, les restes seront égaux.

APPENDICE A.5

QUESTIONNAIRE : COMPARAISON DES TROIS TEXTES

Comparaison des trois textes

1. Pour chacun des textes (Houël, Hérigone et Euclide) déterminez un élément que vous aimez (☺) et un élément que vous n'aimez pas ou que vous aimez moins(☹).

Auteurs	Élément ☺	Élément ☹
Houël		
Hérigone		
Euclide		

2. Quel texte préférez-vous ? ____________________

   Pourquoi ? ____

   ____

   ____

   ____

   ____

3. Est-ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte a joué sur votre façon d'aborder le texte ? Oui ☐ Non ☐

   Pourquoi ?

4. Est-ce que le fait que les textes soient anciens a suscité votre curiosité ou si cela vous a plutôt déplu ? Suscité la curiosité ☐ Plutôt déplu ☐

   Pourquoi ?

5. Est-ce que le fait de faire des mathématiques de cette façon est plus ou moins intéressante pour vous que ce que vous faites ordinairement ?

   Plus intéressante ☐ Moins intéressante ☐

   Pourquoi ?

6. Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé, sans nécessairement voir leur texte, ou trouveriez-vous cela une perte de temps ?

   Entendre parler des mathématiciens ☐ Perte de temps ☐

   Pourquoi?

   ____

   ____

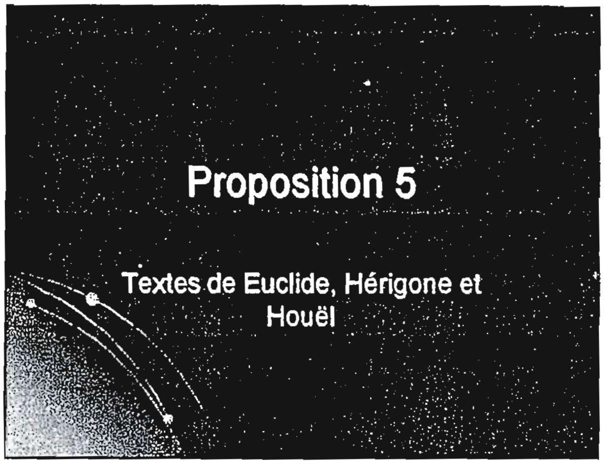
   ____

   ____

   ____

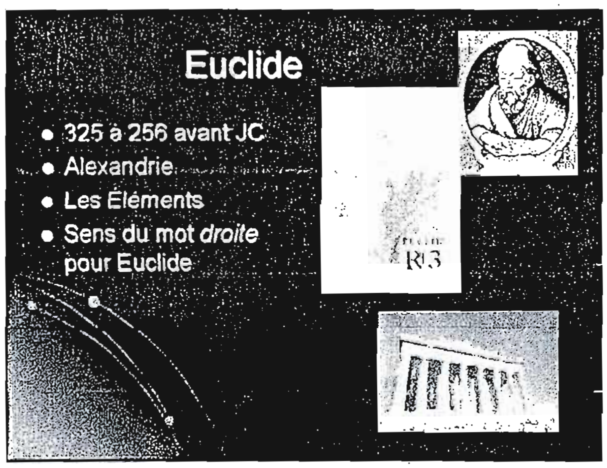
APPENDICE B

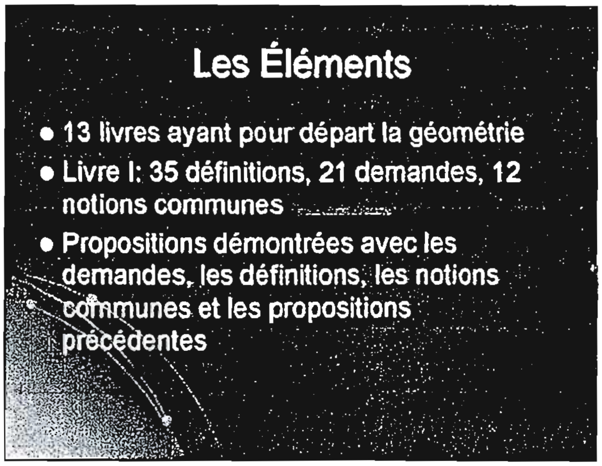
PRÉSENTATION POWERPOINT : PROPOSITION 5

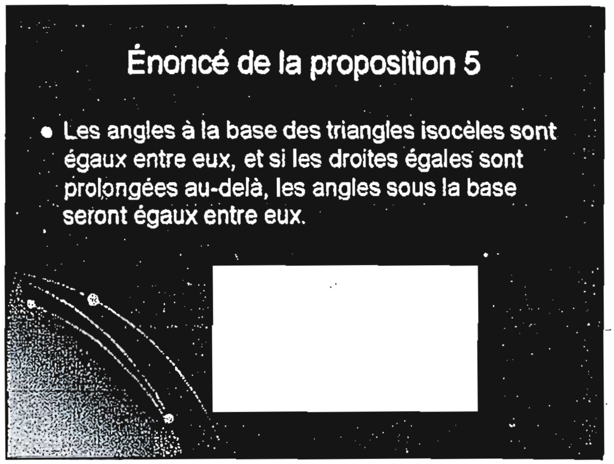

Proposition 5
Textes de Euclide, Hérigone et Houël

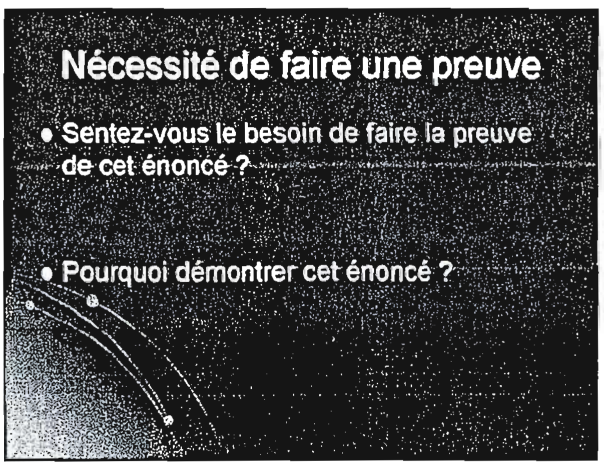

Houël
• 1823 à 1886
• Enseignant
• Doctorat en mécanique céleste (1855)
• Refuse un poste à l'Observatoire de Paris
• Accepte la chaire de la Faculté des Sciences de Bordeaux (1859)
• Essais critiques sur les principes de la géométrie élémentaire (1867)
Pères de la Confédération
1899
Pont Victoria

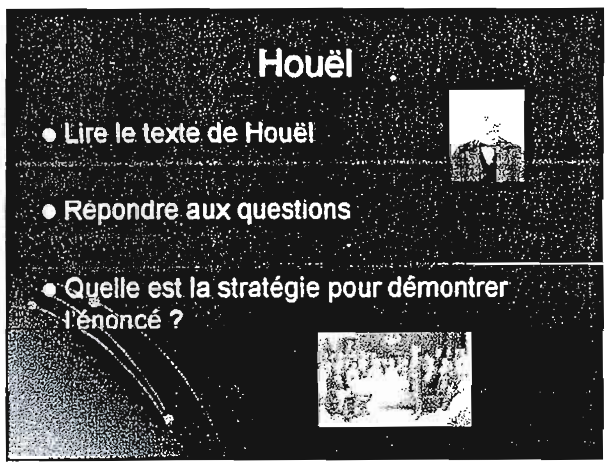

Hérigone
• 1580-1643
• Paris
• Pseudonyme de Clément Cyriaque
• Crée un système de correspondance entre lettres et chiffres
• Publication aussi sous Denis Henrion et Clément Cyriaque
René Descartes
Basilique St-Pierre à Rome
Fondation de Trois-Rivières


Euclide
• 325 à 256 avant JC
• Alexandrie
• Les Éléments
• Sens du mot *droite* pour Euclide


Les Éléments
13 livres ayant pour départ la géométrie
Livre I: 35 définitions, 21 demandes, 12 notions communes
Propositions démontrées avec les demandes, les définitions, les notions communes et les propositions précédentes


Énoncé de la proposition 5
Les angles à la base des triangles isocèles sont égaux entre eux, et si les droites égales sont prolongées au-delà, les angles sous la base seront égaux entre eux.


Nécessité de faire une preuve
Sentez-vous le besoin de faire la preuve de cet énoncé ?
Pourquoi démontrer cet énoncé ?


Houël
Lire le texte de Houël
Répondre aux questions
Quelle est la stratégie pour démontrer l'énoncé ?

Hérigone

- Quelles sont vos premières impressions ?
- Lire le texte de Hérigone

- Répondre aux questions:
  - Utilisation des lettres grecques
  - Les colonnes

Euclide

- Premières impressions
- Lire le texte d'Euclide

- Répondre aux questions:
  - La proposition 4

Comparaison des trois textes

- Répondre aux questions en utilisant les trois textes.
- Avez-vous d'autres constats à ajouter ?

Merci de votre attention!

S'il-vous-plaît me remettre tous les documents.

APPENDICE C

TABLEAU DE COMPILATION : RÉPONSES DES ÉLÈVES AU QUESTIONNAIRE: COMPARAISON DES TROIS TEXTES

Tableau C.1 : Réponses des élèves au questionnaire : ***Comparaison des trois textes***

Le tableau suivant présente toutes les réponses intégrales des élèves au questionnaire *Comparaison des trois textes* qui faisait suite à l'activité. Ce questionnaire avait pour but pour vérifier si l'activité avait humanisé les mathématiques.

La première colonne (No) correspond au numéro de chaque élève.

La deuxième colonne (Texte Préféré) correspond aux réponses des élèves à la question 2 *Quel texte préférez-vous ? Pourquoi?* Le nom du mathématicien est indiqué, ainsi que les raisons pour lesquelles le choix a été fait. Beaucoup d'élèves ont choisi Hérigone, nous avons voulu différencier les raisons de ce choix : le latin, pas nécessaire de connaître le français, l'utilisation des symboles (voir section 3.2.1.1).

La troisième colonne (Élément ☺) correspond aux éléments que les élèves ont aimés dans le texte qu'ils ont mentionné comme étant celui qu'il préférait.

La quatrième colonne (Élément ☹) correspond aux éléments que les élèves ont moins aimés dans le texte qu'ils ont mentionné comme étant celui qu'il préférait.

La cinquième colonne (Élément ☺ des autres) correspond aux éléments que les élèves ont aimés dans les deux autres textes. Ho est l'abréviation pour indiquer le texte de Houël, Hé, celui d'Hérigone et E, celui d'Euclide.

La sixième colonne (Élément ☹ des autres) correspond aux éléments que les élèves ont moins aimés dans les deux autres textes. Ho est l'abréviation pour indiquer le texte de Houël, Hé, celui d'Hérigone et E, celui d'Euclide.

La septième colonne (lecture) indique les réponses des élèves à la question 3 Est-*ce que le fait d'avoir entendu parler d'un mathématicien avant de lire son texte à jouer sur ta façon d'aborder le texte ? Pourquoi ?* Les élèves qui ont répondu OUI ont indiqué des justifications allant dans deux sens : le style du texte, le contexte historique lié au texte. Les réponses des élèves ayant répondu NON ont pris deux orientations différentes : la façon de lire le texte et la façon de prouver. (voir section 3.2.1.2)

La huitième colonne (Textes anciens) indique les réponses des élèves à la question 4 *Est-ce que le fait que les textes soient anciens a suscité votre curiosité ou si cela vous a plutôt déplu ? Pourquoi ?* Presque tous les élèves ont répondu que les textes anciens avaient suscité leur curiosité. Nous avons regroupé les différentes raisons : Évolution des mathématiques, Différentes façons de faire, et Écriture (voir section 3.2.1.3)

La neuvième colonne (Façon de faire) indique les réponses des élèves à la question 5 *Est-ce que le fait de faire des mathématiques de cette façon est plus ou moins intéressante pour vous que ce que vous faites ordinairement ? Pourquoi ?* Quelques élèves ayant répondu Plus intéressant ont fait appel aux origines des mathématiques. Les élèves ayant répondu que l'activité était moins intéressante que d'habitude ont soulevé trois types d'arguments différents : le ~~niveau de difficulté~~, TROP DE TEXTES et pas assez de concret. (voir section 3.2.1.4)

La dixième colonne (Entendre davantage) indique les réponses des élèves à la question 6 *Aimeriez-vous entendre parler davantage des mathématiciens du passé, sans nécessairement voir leur texte, ou trouveriez-vous cela une perte de temps ?* (voir section 3.2.1.5)

No	Texte Préféré	Élément ☺	Élément ☹	Élément ☺ des autres	Élément ☹ des autres	lecture	Textes anciens	Façon de faire	Entendre davantage
1	1. Hérigone car pour une personne qui n'aime pas le français ou moins, il ne se perd pas dans les phrases	on a pas besoin de langage pour comprendre	devrait quand même être un peu plus clair	Ho : 1. Très clair comme texte E : 1. le texte est comprenable	Ho : il y avait trop de lettre E : mais difficile à lire à cause des phrases collées	Non 1. car oui on a entendu parler du mathématicien, mais cela ne nous a rien dit sur la façon dont il comptait expliquer ce qu'on a vu	Curiosité : 1. avec le temps ces théories ont évolué, mais le début du commencement était quand même avec ces textes	Plus intéressant : 1. elle était plus intéressante car on en apprend sur ceux qui on construit les mathématiques	Oui, 1. peut être pas dans le cadre du cours de mathématiques mais plus on en apprend plus on est intelligent pas seulement à cause des calculs mais qui et comment on les a découvert
2	2. Hérigone Je trouve qu'un coup qu'on connaît ce que les symboles veulent dire, c'est le texte le plus clair. J'ai mieux compris la matière avec ce texte	2. C'est simple j'aime son concept	2. un peu plus difficile à déchiffrer	Ho : C'est celui qui ressemble le plus à nous E : son langage est simple	Ho : Trop AB=AC E : trop de texte	Non 2. En lisant le texte, je me serais rendu compte qu'il parlait de mathématique, alors que je le sache avant ou un peu plus tard ne change rien	Curiosité : Parce que cette langue ne m'était pas familiaire au début elle me semblait difficile à comprendre mais avec explication pas tant que cela.	Moins intéressant : 2. Honnêtement, moi j'aime mieux quand c'est des maths sans français (drill) c'est pour ça que j'ai moins aimé cette expérience	Oui, 2. J'aime en savoir plus, l'histoire, alors entendre parler des mathématiciens m'intéresserait c'est certain.
3	3. Hérigone C'est le texte qui a l'air plus compliqué, mais une fois bien observé c'est celui le plus facile à comprendre	3. c'est celui qui est peut-être le moins clair, mais c'est celui que j'ai le mieux compris	3. je ne comprends pas l'écriture en haut de la page, en latin, je pense	Ho : 3.J'ai bien aimé comment le texte est disposé E : 3. C'est très clair et très bien expliqué, même trop	Ho : trop de lettres, l'algèbre E : Il avait beaucoup trop d'écriture	Oui 3. Parce que je sais rien sur lui. Après avoir entendu parlé de lui, je m'attendais à un certain genre de texte.	Curiosité 3. parce que c'est très différent de ce que nous sommes habitué à lire aujourd'hui	Moins intéressant : 3. ~~Parce que c'est beaucoup plus compliqué.~~ ET IL Y A POUR QUELQUES TEXTES BEAUCOUP TROP D'ÉCRITURE	Perte de temps : 3. Parce que c'est la même chose que maintenant sauf qu'il y a même des choses qu'ils sont changés. Donc je ne pense pas que ce soit important mais ça peut être intéressant pour quelqu'un qui veut savoir l'histoire des mathématiques
4	4. Hérigone Le plus simple texte après une bonne analyse	4. de nouveaux signes mathématiques	4. je comprends rien à première vue	Ho : 4. aucun E : 4. le plus comprenable	Ho : aucune structure dans sa démarche E : c'est le plus vieux	Oui 4. parce que lorsque j'ai lu le texte de Euclide, je me souvenais que c'était le plus vieux. Je me disais donc mentalement que s'était le moins compréhensible alors que se n'était pas le cas	Déplu : 4. J'ai eu quelques difficultés à comprendre le jargon de certains textes	Moins intéressant : 4. ~~C'est plus difficile que normalement~~	Perte de temps : 4. Sa ne sert totalement à rien
5	5. Hérigone car tout est dans la simplicité et sous forme de symboles mathématiques	5. simple et très compréhensible	5. langage suspicieux et très préhistorique	Ho : 5. très complexe E : 5. beaucoup d'éléments	Ho : trop complexe E : trop chamboulé	Oui 5. Cela nous a fait une mise en situation qui nous a aidé à nous introduire dans le contexte	Curiosité : 5. fait un retour dans l'histoire pour mieux nous situer	Moins intéressant : 5. TROP D'ÉCRIT ET DE PAR CŒUR mais une nouvelle façon d'apprendre	Perte de temps : 5. Puisque je n'ai pas l'intention de faire un doctorat en mathématique
6	6. Hérigone car je comprends mieux lorsque les explications sont écrites sous forme de symboles	6. très structuré	6. langage bizarre	Ho : 6. bien détaillé E : 6. beau schéma	Ho : un peu complexe E : très chargé	Oui 6. Cela nous a mit dans le contexte son histoire nous a aider à comprendre ses raisonnements	Curiosité : 6. nous démontre qu'il y a beaucoup de gens qui ont travaillé pour arriver aux mathématiques que nous connaissons aujourd'hui	Moins intéressant : 6. moins intéressante, car il n'y a pas assez de concret à mon goût et qu'il y a trop de par cœur	Oui, 6. Oui car on pourrait mieux comprendre la provenance des mathématiques, un peu comme le français et l'histoire
7	7. Hérigone c'était vraiment plaisant déchiffrer et essayer de comprendre le texte	7. J'ai aimé déchiffrer le texte	7. j'ai pas aimé le langage inconnu	Ho : 7. Déchiffrer le texte E : 7. aucune réponse	Ho : les simplifications entre parenthèses E : j'ai vraiment pas aimé le texte	Oui 7. car nous savons que cela allait parler de mathématique	Curiosité : 7. car je voulais savoir à quoi les mathématiciens pensaient durant leur expérience et comment ont-ils fait pour penser à ces arguments	Moins intéressant : 7. car il y avait beaucoup plus d'histoire que d'explication de mathématique. C'était plus intéressant faire des mathématiques que avoir un cours sur l'histoire des maths.	Perte de temps : 7. Car j'ai aucune intention de devenir un mathématicien, Je fais juste cela pour rester dans l'option ski
8	8. Euclide on comprend plus sa façon de penser de voir les choses	8. bien disposé	8. aucune réponse	Ho : 8. aucune réponse Hé : 8. J'ai aimé son schéma	Ho : mal disposé Hé : aucune réponse	Oui 8. J'aurais aimé avoir les deux en même temps, je suis plus visuel	Curiosité : 8. leur façon d'écrire et la notation	Moins intéressant : 8. J'aime mieux faire des problèmes de la vie courante	Perte de temps : 8. J'aime mieux faire et apprendre des choses du présent
9	9. Euclide car il était beaucoup plus clair que les deux autres malgré son ancienneté	9. claire	9. Beaucoup d'informations	Ho : 9. bien écrit Hé : 9. On peut voir les étapes de la démarche	Ho : trop de propositions Hé : Beaucoup d'informations	Oui 9. Car on savait qu'ils ne disent pas n'importe quoi dans leur texte	Curiosité : 9. car je voulais voir comment ils faisaient dans le temps	Moins intéressant :9. car je me rappelle plus des justifications que j'utilisais l'an passé donc je ne savais pas quoi marqué dans les exercices.	Perte de temps : 9. Je n'aime pas l'histoire donc ce n'est pas intéressant pour moi
10	10. Euclide car il est le plus complet et le plus clair	10. très clair	10, beaucoup de texte	Ho : 10. langue choisie Hé : 10. étapes claires	Ho : Beaucoup d'informations Hé : beaucoup de texte	Oui 10. cela nous a aidez à mieux comprendre les textes	10. aucun des deux	Moins intéressant :10. j'aime mieux la façon traditionnelle sans savoir toute l'histoire	Perte de temps :10. Je n'aime pas l'histoire et l'histoire ne va pas avec les mathématiques

No	Texte Préféré	Élément ☺	Élément ☹	Élément ☺ des autres	Élément ☹ des autres	lecture	Textes anciens	Façon de faire	Entendre davantage
11	11. Hérigone les informations sont faciles à aller chercher et on peut facilement suivre son raisonnement	11. les étapes sont clairement identifiées	11. Il y a peu de textes et les symboles sont nombreux	Ho : 11.Les conclusions sont bien identifiées E : 11. les étapes sont bien classifiées	Ho : les justifications sont un peu cachées E : Il y a trop de texte, pas assez de symboles	Non 11. on ne connaît pas la façon de faire d'un mathématicien à sa biographie	Curiosité : 11. J'aime l'histoire antique et je suis intéressée par le cheminement des mathématiques	Plus intéressant : 11. Car on décortique le même problème de plusieurs façons	Oui, 11. C'est intéressant de connaître l'histoire des mathématiques et la pensée des hommes à travers l'âge
12	12. Houël parce qu'il était mieux détaillé que les autres même si il y a beaucoup de texte. En effet, ce phénomène est en attraction gravitationnelle terrestre et son rapport d'énergie cinétique est très idéale dans la disposition des planètes de notre système solaire. (** change sa réponse départ Euclide)	12. les choses sont bien identifiées	12. Il y a beaucoup de lettres	Hé : 12. Les étapes sont bien identifiées E : 12. bien expliqué	Hé : la disposition du texte est très compliquée E : trop de texte	Non 12. parce qu'un nom ne changera pas ma perception de son œuvre. Bien évidemment, ceci peut me donner quelques indices. En effet, si quelqu'un a un nom bizarre, on peut se douter qu'il va avoir une légère touche de bizarroïde dans le corps.	Curiosité : 12. bien sûr entendre parler d'histoire me fait très plaisir et me titille l'idée de découvrir de nouvelles choses	Plus intéressant : 12. [...] qu'il est important de savoir d'où venons-nous ?	Oui, 12. Parce que ça m'a l'air assez intéressant. Cependant je ne ferais pas l'histoire des mathématiques car il y a d'autres belles choses à faire dans la vie. Je précise [...] sont à venir lors d'une belle existence active et bien chargée en émotion. Mais je reste à dire que l'histoire nous apprend d'où toute la civilisation tire ses connaissances et nous apprend également d'où nous venons
13	13. Hérigone car son style d'écriture dans une autre langue est très intriguant et est assez simple à lire. Une fois que tout est déchiffré, on est capable d'être beaucoup plus efficace qu'avec les autres.	13. C'est super à lire et à construire, c'est une belle forme d'écriture	13. il faut déchiffrer!	Ho : 13. Ça fait une belle page remplie, avec toutes les démonstrations E : 13. Très structuré et clair	Ho : c'est beaucoup trop mêlant E : pas mal trop long à lire	Non 13. car la façon de lire le texte ne dépend pas de ce que j'ai entendu sur lui	Curiosité : 13. car ce n'est pas tous les jours que l'on voit des textes écrits de différentes façons comme cela. C'est très intéressant et instructif.	Plus intéressant : 13. Car nous sommes capable de voir de quelles sources les équations et tous les calculs proviennent. De voir les textes des principaux mathématiciens est très encourageant	Oui, 13. Car c'est encourageant et instructif cela nous donne une bonne idée d'où viennent ces équations.
14	14. Euclide C'est une forme de texte à laquelle je sui s habitué	14. C'est écrit en français comme les maths d'aujourd'hui	14. c'est plus chargé et il faut lire beaucoup pour les mêmes informations	Ho : 14. C'est clair et compréhensible Hé : 14. je trouve que le texte est simple, même si les symboles ou la calligraphie est spéciale	Ho : Il faut tout le temps regarder le schéma avec les lettres pour comprendre Hé : la manière d'écrire est inhabituelle	Non 14. car on ne les connaissait pas assez pour que cela joue sur notre façon d'aborder les textes	Curiosité : 14. c'est très intéressant de lire des écrits anciens parce que ça renseigne sur notre histoire	Plus intéressant : 14. plus intéressant parce que c'est historique mais ça aide moins à comprendre	Oui, . 14. J'aime l'histoire et savoir qui ont pensé et qui ont façonné le monde d'aujourd'hui.
15	15. Euclide Parce que c'est plus facile à comprendre	15. C'est vieux (intéressant)	15. un peu long	Ho : 15. rien Hé : 15. il y avait du latin	Ho : trop de équations dans le texte Hé : un peu difficile à comprendre	Oui 15. parce qu'on voit de quel année il était et un peu qu'est-ce qui pensait des maths	Curiosité : 15. parce que c'est intéressant de savoir que en l'an 300 avant JC on étudiait assez les maths	Moins intéressant : 15. PARCE QUE JE NE COMPRENDS PAS TOUT. IL Y A DES AFFIRMATIONS DIFFÉRENTES.	Oui, . 15. Parce que c'est toujours intéressant de savoir c'est qui les pionniers de les mathématiques
16	16. Hérigone parce qu'il y a un passage en latin (ce passage est très intéressant), les étapes sont simples à suivre	16. très simple à comprendre	16. quelques diminutifs incompréhensibles	Ho : 16. simple E : 16. bien construit	Ho : trop de FC=GB, etc... E : trop long par rapport aux autres textes	Oui 16. On pouvait s'attendre à lire des textes ayant un certain rapport avec les mathématiques, donc je me suis préparé mentalement	Curiosité : 16. parce que je me demandais en quoi nos façons d'aujourd'hui sont différentes aux anciennes et j'ai pu remarquer qu'il n'y a pas beaucoup de différence	Plus intéressant : 16. parce qu'on peut en apprendre d'avantage sur les différents mathématiciens qui ont bâti ce monde et l'histoire.	Oui, 16. En entendre parler, mais en surface. Pas trop quand même sinon le temps vient long Faire quelques rappels sur qui a découvert telle règle est intéressant.
17	17. Hérigone Parce qu'il explique très clairement en algèbre les étapes de sa démonstration tandis que les autres les écris avec du vocabulaire qui nous perd très facilement.	17. J,ai beaucoup aimé sa méthode d'explication : des étapes qui étaient clair et simple (en algèbre)	17. Il n'y a rien, j'ai tout aimé	Ho : 17. Il y avait un peu de formule algébrique E : 17. explique en ordre chronologique, chaque étape qu'il a utilisé	Ho : Il y a beaucoup trop d'explique (KIS : Keep It Simple) E : Il explique beaucoup trop les choses et moi j'ai une expression KIS	Non 17. parce que la façon qu'ils expliquent leur preuve d'une formule mathématique n'a aucun lien avec ce qu'il a fait.	Curiosité : 17. parce que même si cela fait longtemps que ces théories existent, ils n'ont jamais changer	Moins intéressant : 17. PARCE QU'ILS EXPLIQUENT BEAUCOUP TROP, JE PERDS LE FIL	Oui, 17. savoir ce qu'ils ont fait est spectaculaire surtout que c'est il y a des siècles av Jésus Christ, les pyramides etc....
18	18. Hérigone simple, pratique et on comprend assez facilement en faisant un dessin en même temps	18. le tout j'aime bien la structure et le concept	18. y se répète un peu mais c'est correct	Ho : 18. rien démontré en formule mathématique E : 18. belle façon d'écrire	Ho : mal exposé ses hypothèses ...un peu trop de formule finalement E : trop de texte, mal expliqué	Non 18. L'histoire de quelqu'un et sa façon de prouver une théorie sont des choses pas mal différentes à mes yeux. Quoique j'ai rien contre, loin de là, c'est pas la même matière	Curiosité : 18. Ça rajoute un ti « feeling ». ça permet aussi de penser sur leur manière d'écrire	Plus intéressant : 18, car normalement, on me pose une formule et on me dit pas nécessairement pourquoi. Quoique tu comprends après un « boute », une introduction fais du bien. Suffit d'être intéressant pour enseigner.	Oui, 18. Quoique j'aime mieux faire autre chose, c'est assez intéressante t surtout nécessaire