

LB
5.5
UL
1986
E85

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

THESE

PRESENTÉE

A L'ÉCOLE DES GRADUÉS

DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

POUR L'OBTENTION

DU GRADE DE MAITRE ES ARTS (DIDACTIQUE)

PAR

MOHAMED MOUSSADAK ETTAYEBI

LICENCIÉ ES SCIENCES MENTION CHIMIE

DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

DE L'UNIVERSITÉ MOHAMED V (MAROC)

LES REPRÉSENTATIONS DE

L'HISTOIRE DES SCIENCES

CHEZ LES ÉLÈVES DU SECONDAIRE

MARS 1986



RÉSUMÉ

L'enseignement des sciences, même s'il n'intègre pas une préoccupation explicite à l'égard de l'histoire des sciences, véhicule implicitement une représentation de celle-ci. Or, la reconnaissance de cette inévitable présence de la perspective historique et ses effets sur le développement de la pensée critique des élèves, nous a amené à formuler la question de recherche suivante: quelle est la nature des représentations de l'histoire des sciences des élèves du secondaire?

Nous avons alors élaboré un cadre théorique dans lequel nous avons distingué trois types d'histoire des sciences dont nous avons renforcé les différences à l'aide de sept dimensions soit: les documents et les faits historiques, le développement de la connaissance scientifique, la notion de découverte, l'erreur, l'image du scientifique, le sens social de la science et la notion de passé. La cueillette de données a été effectuée à l'aide d'entrevues semi-structurées dont les orientations reposaient sur les dimensions précitées. En vue de dégager les tendances générales de l'ensemble des discours recueillis, nous avons procédé à une analyse thématique individuelle puis collective de ces entrevues.

Nous avons constaté que les élèves ont répondu à presque toutes les questions posées, ce qui nous a permis d'étayer notre préoccupation initiale quant à l'inévitable présence de la perspective historique dans l'enseignement des sciences. De plus, la concordance des exemples cités par les élèves avec les grandes lignes des programmes d'enseignement des sciences au secondaire, nous autorise à attribuer un rôle important à l'enseignement dans l'élaboration des représentations des élèves à l'égard de l'histoire des sciences. De façon générale, un élève sur quatre semble soutenir des idées semblables à celles véhiculées par l'historiographie de type internaliste ou globale alors que les représentations de leurs camarades se rattachent davantage à une conception événementielle de l'histoire des sciences.

Jacques DÉSAUTELS

Marie LAROCHELLE

Moussadak ETTAYEBI

AVANT-PROPOS

La fin de la réalisation de cette recherche m'allège énormément et éveille en moi un sentiment de satisfaction. Je suis porté à jeter un rapide coup d'œil en arrière et à regarder le chemin que j'ai parcouru pour réaliser cette recherche. Mon attention est attirée par le grand nombre de personnes qui se trouvent sur cette route. Je voudrais remercier toutes ces personnes pour les suggestions, recommandations et autres formes d'assistance dont j'ai pu bénéficier.

Ma reconnaissance s'adresse tout particulièrement à mon directeur de thèse, le professeur Jacques Désautels, et à ma co-directrice de thèse, la professeure Marie Larochelle, dont l'appui m'a été d'un grand secours. Ils m'ont amené à «apprendre à apprendre» c'est-à-dire à être le principal agent de ma propre formation.

Je voudrais exprimer ma gratitude aux autorités canadiennes et marocaines, responsables de l'accord de coopération institutionnelle liant l'Ecole Normale Supérieure du Souissi et l'Université Laval. Sans elles, la concrétisation de mon projet de recherche serait encore douteuse.

Je remercie sincèrement les professeurs et les élèves qui ont supporté avec bienveillance les dérangements occasionnés par notre expérimentation, ainsi que par notre pré-expérimentation. Je dois également beaucoup à Mlle Monique Landry pour son support et ses encouragements.

Mes remerciements vont également à Mme Geneviève Saladin qui a bien voulu réviser le texte et à M. Maurice Dandurand qui en a assuré la dactylographie avec rapidité, compétence et gentillesse.

À la mémoire de mon oncle et ami

Sid-El-Hadj Zine-El-Abidine ETTAYEBI

décédé au cours de la réalisation de cette recherche.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
AVANT-PROPOS.....	iii
TABLE DES MATIERES.....	v
LISTE DES TABLEAUX ET DES ABRÉVIATIONS.....	IX
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : LE CADRE CONCEPTUEL DE L'ÉTUDE.....	3
1.1 L'historicité de la connaissance scientifique.....	5
1.2 Le cadre conceptuel de l'étude.....	6
1.2.1 Les différents types d'histoire des sciences.....	7
1.2.1.1 Les documents et les faits historiques.....	8
1.2.1.2 Le développement de la connaissance scientifique.....	10
1.2.1.3 La notion de découverte.....	11
1.2.1.4 L'image du scientifique.....	13
1.2.1.5 La notion d'erreur.....	14
1.2.1.6 Le sens social de la science.....	15
1.2.1.7 La notion de passé.....	16
1.3 L'enseignement des sciences et l'histoire des sciences.....	17
1.3.1 Aux États-Unis.....	17
1.3.2 En France.....	18
1.3.3 Au Québec.....	20
1.4 Les questions de recherche.....	22
CHAPITRE II : LA MÉTHODE	24
2.1 Introduction.....	24
2.2 Le choix de l'instrument et les modalités de sa mise en oeuvre.....	26
2.3 La dimension déontologique de l'étude.....	26
2.4 La population visée.....	27
2.5 Le protocole d'entrevue.....	28
2.6 La méthode d'analyse.....	30

2.7	La pré-expérimentation.....	31
2.7.1	Le déroulement de la pré-expérimentation.....	32
2.7.2	Étude des réponses relatives au thème 1: les documents et les faits historiques.....	33
2.7.2.1	La présentation des données.....	33
2.7.2.2	Le regroupement des données.....	35
2.7.2.3	La mise en forme des données.....	36
2.7.3	Étude des réponses relatives au thème 2: le développement de la connaissance scientifique.	37
2.7.3.1	La présentation des données.....	37
2.7.3.2	Le regroupement des données.....	39
2.7.3.3	La mise en forme des données.....	40
2.7.4	Étude des réponses relatives au thème 3: La notion de découverte.....	41
2.7.4.1	La présentation des données.....	41
2.7.4.2	Le regroupement des données.....	44
2.7.4.3	La mise en forme des données.....	45
2.7.5	Étude des réponses relatives au thème 4: La notion d'erreur.....	46
2.7.5.1	La présentation des données.....	46
2.7.5.2	Le regroupement des données.....	47
2.7.5.3	La mise en forme des données.....	48
2.7.6	Étude des réponses relatives au thème 5: L'image du scientifique.....	48
2.7.6.1	La présentation des données.....	49
2.7.6.2	Le regroupement des données.....	51
2.7.6.3	La mise en forme des données.....	52
2.7.7	Étude des réponses relatives au thème 6: Le sens social de la science.....	53
2.7.7.1	La présentation des données.....	53
2.7.7.2	Le regroupement des données.....	55
2.7.7.3	La mise en forme des données.....	56
2.7.8	Étude des réponses relatives au thème 7: La notion de passé.....	56
2.7.8.1	La présentation des données.....	56
2.7.8.2	Le regroupement des données.....	58
2.7.8.3	La mise en forme des données.....	58
2.8	Les apports de la pré-expérimentation.....	59

CHAPITRE III : L'EXPÉRIMENTATION.....	62
3.1 Déroutement de l'expérimentation.....	63
3.2 Étude des réponses relatives au thème 1: Les documents et les faits historiques.....	63
3.2.1 La mise en forme des données par individu.....	63
3.2.2 La mise en forme des données par thème.....	67
3.2.3 Synthèse et interprétation.....	69
3.3 Étude des réponses relatives au thème 2: Le développement de la connaissance scientifique.....	70
3.3.1 La mise en forme des données par individu.....	71
3.3.2 La mise en forme des données par thème.....	74
3.3.3 Synthèse et interprétation.....	75
3.4 Étude des réponses relatives au thème 3: La notion de découverte.....	77
3.4.1 La mise en forme des données par individu.....	78
3.4.2 La mise en forme des données par thème.....	80
3.4.3 Synthèse et interprétation.....	82
3.5 Étude des réponses relatives au thème 5: L'image du scientifique.....	83
3.5.1 La mise en forme des données par individu.....	83
3.5.2 La mise en forme des données par thème.....	87
3.5.3 Synthèse et interprétation.....	88
3.6 Étude des réponses relatives au thème 6: Le sens social de la science.....	89
3.6.1 La mise en forme des données par individu.....	89
3.6.2 La mise en forme des données par thème.....	92
3.6.3 Synthèse et interprétation.....	93
Discussion et conclusion.....	95
Notes et références.....	99
Annexes.....	104
A. Transcription des entrevues de la pré-expérimentation.....	104
B. Transcription des entrevues de l'expérimentation, la présentation des données et leur regroupement.....	132
B.1 Étude des réponses relatives au thème 1: Les documents et les faits historiques.....	206
B.1.1 La présentation des données.....	206
B.1.2 Le regroupement des données.....	215

B.2	Étude des réponses relatives au thème 2: Le développement de la connaissance scientifique.....	217
B.2.1	La présentation des données.....	217
B.2.2	Le regroupement des données.....	227
B.3	Étude des réponses relatives au thème 3: La notion de découverte.....	229
B.3.1	La présentation des données.....	229
B.3.2	Le regroupement des données.....	236
B.4	Étude des réponses relatives au thème 5: L'image du scientifique.....	237
B.4.1	La présentation des données.....	237
B.4.2	Le regroupement des données.....	245
B.5	Étude des réponses relatives au thème 6: Le sens social de la science.....	247
B.5.1	La présentation des données.....	247
B.5.2	Le regroupement des données.....	255
	Bibliographie.....	257

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Tableau de synthèse, thème 1: Les documents et les faits historiques.....	69
Tableau 2. Tableau de synthèse, thème 2: Le développement de la connaissance scientifique.....	75
Tableau 3. Tableau de synthèse, thème 3: La notion de découverte.....	82
Tableau 4. Tableau de synthèse, thème 5: L'image du scientifique.....	88
Tableau 5. Tableau de synthèse, thème 6: Le sens social de la science.....	93

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- E1 : L'élève numéro 1.
E2 : L'élève numéro 2, etc.
- D1 : Dimension numéro 1.
D2 : Dimension numéro 2, etc.

On ne connaît pas complètement une science

tant qu'on n'en connaît pas l'histoire.

Auguste COMTE

INTRODUCTION

C'est au cours de notre formation en sciences que nous avons pris conscience de l'importance d'une réflexion sur la pédagogie des sciences. En effet, ayant souvent éprouvé des difficultés lors de l'apprentissage de théories scientifiques, nous avons été amené à nous interroger sur les conditions de production des théories et, plus généralement, sur le fonctionnement des sciences en tant qu'entreprise intellectuelle et sociale.

Nous avons fait part de nos interrogations à quelques enseignants de la Faculté des sciences de Rabat. Nous avons alors pu constater que, pour la plupart d'entre eux, ces questions semblaient superflues. En effet, leur formation spécialisée et très technique, ainsi que le surcroît de travail, les laissait peu sensibles aux problèmes pédagogiques liés à l'enseignement des sciences. Nous n'avons pourtant pas abandonné nos interrogations, nous les avons même alimentées par des lectures pertinentes. Ainsi, nous avons remarqué que l'enseignement des sciences avait des visées utilitaires et se réduisait de plus en plus avec un enseignement de formules, à une recherche d'efficacité dans la résolution des problèmes, ignorant par là la dimension culturelle de la science. Signalons, enfin, que cette conception traditionnelle de l'enseignement des sciences tendait également à ignorer les difficultés liées à l'apprentissage des sciences.

Par ailleurs, il nous semblait que l'histoire des sciences pouvait constituer un moyen, selon l'expression de Jean-Marc Lévy Leblond, de "mettre la science en culture" (1), autant par l'intérêt qu'elle pouvait générer auprès des étudiant(e)s que par la forme de pensée critique que pouvait susciter sa prise de connaissance. Cependant, avant d'élaborer un projet pédagogique qui accorderait une place importante à ces

considérations, il nous fallait connaître les représentations initiales qu'ont les étudiant(e)s de l'histoire des sciences, c'est-à-dire les assises conceptuelles à partir desquelles nous pourrions travailler.

C'est dans cette optique que fut pensé le présent travail. Dans un premier temps, nous tenterons au chapitre I, de cerner davantage notre problématique de recherche; pour cela, nous définirons le cadre conceptuel de notre étude à la lumière des apports de l'historiographie moderne des sciences. Par la suite, nous tenterons de cerner la place actuelle faite par les programmes et les manuels d'enseignement des sciences à l'histoire des sciences, puis nous présenterons les questions de recherche qui découlent de notre cadre conceptuel. Au chapitre II, nous présenterons les choix méthodologiques appropriés à l'élucidation de nos questions de recherches et nous décrirons le type d'instrumentation retenu de même que le déroulement et les résultats de la pré-expérimentation. Le chapitre III est consacré à la présentation de l'expérimentation, à une synthèse des matériaux recueillis ainsi qu'à leur analyse. En conclusion, nous discuterons des résultats de l'analyse effectuée et nous indiquerons quelques pistes de recherche.

On trouvera, en appendice, le contenu intégral des entrevues effectuées lors de la pré-expérimentation ainsi que celles de l'expérimentation.

CHAPITRE I

Le cadre conceptuel de l'étude

Il est, de lieux communs, de souligner l'impact croissant de la science dans la vie sociale et quotidienne. Sur le plan des savoirs, cette influence est également marquante. En effet, qu'il s'agisse de la psychologie ou de l'histoire, de la sociologie ou de l'économie, toutes ces disciplines, que l'on regroupe souvent sous le vocable "sciences humaines", prétendent au statut de sciences. Tout se passe comme si cette scientificité pouvait leur garantir une crédibilité accrue. La science serait-elle le meilleur des savoirs? Ou, du moins, serait-elle le savoir dominant?

Déjà, au XIXe siècle, on observe cette tendance à accorder un statut privilégié au savoir scientifique et, de ce fait, à ses producteurs. En effet, comme le souligne K. Pomian, membre du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), la conception dominante de la science conduisait à considérer ses productions comme issues d'un individu à la recherche d'une vérité absolue.

"Quant aux représentations que les savants se faisaient d'eux-mêmes et de la science, il fallut admettre qu'elles ne correspondaient plus à la réalité, si tant est qu'elles n'y eussent jamais correspondu. La première à être mise en cause fut celle qui identifiait la science à une connaissance pure: à un rapport entre un sujet, mis par une purification intellectuelle dans un état indépendamment de lui. La science qu'un tel rapport est censé engendrer, doit être composée de vérités immuables et ayant une validité universelle. Le savant, c'est celui qui est mû par le désir d'accéder à ces vérités, de les découvrir en s'effaçant devant elles, et de leur laisser, pour ainsi dire, la parole" (2).

Au XXe siècle, et encore de nos jours, non seulement cette situation

perdure mais, comme le formulent les responsables d'un périodique (3) qui s'adresse à un large public et, plus particulièrement, aux scientifiques, elle donne lieu à la constitution d'une croyance indiscutable en la capacité de la science à répondre à toutes les questions théoriques. Les prétendues vérités immuables de la science, son objectivité, son présumé savoir pur constitueraient quelques-unes des caractéristiques de cette nouvelle gnose désignée par ses réfuteurs sous l'appellation de "scientisme" (4). A la question "où en est le scientisme aujourd'hui", la rédaction dudit périodique répond:

"Le scientisme est maintenant fermement enraciné dans tous les pays du monde... Il a, de loin, supplanté toutes les religions traditionnelles. Il s'est insinué dans l'éducation à tous les niveaux, de l'école élémentaire à l'université, tout comme dans la vie professionnelle post-scolaire" (5).

Recouvrant de multiples domaines spécialisés, voire parcellisés, les domaines scientifiques génèrent, dans le contexte de l'éducation, la nécessité de former, chez les jeunes générations, un nombre croissant de techniciens, ingénieurs, médecins, enseignants, etc., en vue de répondre à la rapide évolution du monde actuel. A cette fin, la formation des jeunes tend à s'orienter vers une sur-spécialisation qui s'accomplit au prix d'une diminution de la culture générale scientifique. C'est du moins l'avis émis, entre autres, par le Conseil supérieur de l'éducation au Québec dans sa recherche d'une stratégie pédagogique pour l'enseignement de la physique au secondaire:

"Aujourd'hui, chacun est pris au piège de sa formation spécialisée. Quels sont, alors, les fondements d'une culture moderne qui nous rendraient tous aptes à lire la physique, la poésie, la peinture? Ce n'est certes pas d'acquérir beaucoup de connaissances ni de suivre des cours dans toutes les disciplines: il n'est pas possible de relever ce défi dans l'éclatement des connaissances. Il faut découvrir les concepts de base et les lois qui permettent de saisir ce qui fait l'essentiel d'un savoir, de la comprendre, de l'assimiler et de la situer dans une culture" (6).

En l'occurrence, favoriser le développement d'une compréhension critique des productions scientifiques nous semble de première importance. A ces fins, nous croyons que les dimensions cognitives, sociales et historiques qui caractérisent les dites productions, devraient faire l'objet d'une réflexion. Cependant, dans le cadre de notre étude, nous privilégions la dimension historique de ces productions, notamment parce

que nous pensons que l'histoire des sciences peut favoriser le développement de cette compréhension critique et constituer une ouverture vers une culture scientifique globale.

1.1 L'historicité de la connaissance scientifique

Tout discours scientifique reflète, explicitement ou non, la philosophie de son auteur, qui, elle-même, est liée à un contexte socio-historique donné, comme le souligne J. Rosmorduc:

"La science, et toute théorie scientifique, sont des produits historiques. Telle interprétation qui surgit à tel moment et non à tel autre n'est possible que parce que sont réunies les conditions diverses de son élaboration" (7).

Ainsi, par exemple, au moment de leur contribution à la transition du géocentrisme à l'héliocentrisme, les scientifiques du XVIII^{ème} siècle tels Képler, Tycho Brahé, Giordano Bruno et, en particulier, Galilée, ont été confrontés aux déterminations socio-historiques de l'époque, comme l'exprime la confidence suivante de Galilée à Kepler, treize ans avant que celui-ci ne publie son livre Le message céleste qui devait ébranler les conceptions trop bien établies du géocentrisme:

"Il y a longtemps que je me suis tourné vers les idées de Copernic. Sa théorie m'a permis d'expliquer beaucoup de phénomènes qui ne pouvaient être expliqués à l'aide de théories opposées, mais je n'ai pas osé les publier jusqu'à présent, par crainte d'avoir le même sort que notre Copernic qui... a été considéré par la plupart des gens, comme digne d'être sifflé et moqué..."(8)

Ainsi, l'oeuvre de Galilée, qui occupe une place de choix dans l'oeuvre d'Alexandre Koyré (9) est, à l'instar de toute oeuvre scientifique, marquée inévitablement par un réseau conceptuel et un mode de penser qui lui sont propres et dont l'élucidation fait l'objet d'études historiques qui montrent: a) d'une part que toute théorie scientifique est un produit historique dans la mesure où toutes ses contributions peuvent être dépassées, même si celles-ci ont joué un rôle positif dans le développement du savoir scientifique; b) d'autre part, que la véritable compréhension des théories actuelles nécessite la connaissance des théories passées, de leur contexte d'origine et de leur développement global.

Or, ce genre de préoccupation historique ne semble pas caractériser l'enseignement des sciences. Comme nous le verrons dans les sections suivantes, l'histoire des sciences s'enseigne rarement de manière explicite, alors que, de notre point de vue, l'enseignement des sciences ne peut pas ne pas véhiculer une image du savoir scientifique et de son contexte de production. Il est impossible, en principe, d'exclure l'histoire des sciences de la pratique quotidienne de l'enseignement des sciences. Et c'est pour cela que nous avons voulu nous attarder, dans ce présent travail, sur la façon avec laquelle les élèves conçoivent certaines dimensions de l'histoire des sciences; ceci, croyons-nous, devant nous permettre de mieux saisir leurs représentations de l'histoire des sciences.

1.2 Le cadre théorique

Les concepts-clé qui nous guideront dans notre étude des représentations des élèves à l'égard de l'histoire des sciences, sont inspirés, en grande partie, des différentes conceptions de l'histoire des sciences et de nos lectures personnelles. Dans cette section, nous présenterons de manière comparative trois principaux types d'histoire des sciences à partir des dimensions suivantes:

- 1) Les documents et les faits historiques;
- 2) Le développement de la connaissance scientifique;
- 3) La notion de découverte;
- 4) L'image du scientifique;
- 5) La notion d'erreur;
- 6) Le sens social de la science;
- 7) La notion de passé.

Enfin, nous tenterons de voir la place que font à l'histoire des sciences les programmes et les manuels de sciences.

1.2.1 Les différents types d'histoire des sciences

Depuis le début du siècle, l'histoire des sciences a connu un net développement et, à l'instar des autres domaines de l'histoire, elle recouvre des orientations différentes, voire des interprétations divergentes, qui ne sont pas étrangères aux valeurs privilégiées par l'historien. L'historiographie permet de dégager, grosso modo, trois directions principales en histoire des sciences.

La première, nommée "histoire événementielle", accorde une grande importance aux hauts faits; elle fonde ses justifications sur le caractère des grands personnages et se caractérise par un récit ordonné de manière linéaire, qui exclut les dimensions sociales de la production scientifique. Ce type d'histoire, comme nous le verrons, fait fréquemment l'objet du discours dans des manuels scolaires de sciences.

Les deux autres types d'histoire des sciences ont été qualifiés par le professeur Pierre Thuillier, comme suit: "Il est peu artificiel mais commode de distinguer une histoire des sciences "internaliste" qui étudie surtout l'évolution des "idées" scientifiques, le développement des concepts et des théories, et une histoire "externaliste" qui se soucie davantage de l'insertion sociale de la science et, en particulier de l'influence exercée par les besoins sociaux et les idéologies" (10). Dans l'histoire des sciences que l'on qualifie d'internaliste, la problématique s'efforce de montrer que les idées scientifiques sont toujours le produit d'autres idées. L'origine d'une pensée scientifique est souvent cherchée à l'intérieur de la mentalité de l'époque considérée, en mettant l'accent sur les idées des grands scientifiques de cette époque. Le nom d'Alexandre Koyré est souvent associé à ce type d'histoire des sciences. Voici comment ce dernier entame l'introduction à son ouvrage Études de la pensée scientifique: "L'histoire de la pensée scientifique, telle que je l'entends et m'efforce de la pratiquer, vise à saisir le cheminement de cette pensée dans le mouvement même de son activité créatrice" (11). Généralement, on s'accorde à désigner ce point de vue sous le vocable "histoire des idées" ou histoire "de la pensée scientifique". L'histoire des idées considère la science comme un domaine autonome, excluant les facteurs externes,

c'est-à-dire la conjoncture économique et sociale dans laquelle ont vu le jour les diverses découvertes scientifiques. L'explication internaliste est idéaliste, c'est-à-dire qu'elle se base sur les idées seulement, contrairement à l'histoire "externaliste" qui veut franchir les barrières qui la sépare des autres types d'histoire comme l'histoire des techniques, l'histoire de la division du travail, l'histoire des arts... etc. Cette dernière se déclare pour la multidisciplinarité et se caractérise par une multiplicité d'approches. Elle se veut un carrefour des sciences humaines et s'identifie à ce qui dans la "Grande histoire" a été la "Nouvelle" histoire. Le Goff la qualifie d'histoire globale:

"L'histoire nouvelle s'affirme histoire globale, totale et revendique le renouvellement de tout le champ de l'histoire... Les pionniers de l'histoire nouvelle affirment leur ambition au-delà de toute spécialisation..." (12).

C'est ainsi que P.Thuillier, faisant lui-même partie des historiens "externalistes", parle de "conjoncture historique". "Les historiens externalistes ne nient pas qu'il y ait des innovations intellectuelles, mais ils en étudient le développement en tenant le plus grand compte des conjonctures historiques"(13). Pour cerner davantage la distinction entre ces trois types d'histoire des sciences, nous allons examiner comment ces types conçoivent certaines dimensions que nous avons décelées lors de nos lectures d'ouvrages se rapportant à l'histoire de sciences et d'historiques de manuels scolaires de sciences. Rappelons celles-ci:

- 1) Les documents et les faits historiques;
- 2) Le développement de la connaissance scientifique;
- 3) La notion de découverte;
- 4) L'image du scientifique;
- 5) La notion d'erreur;
- 6) Le sens social de la science;
- 7) La notion de passé.

1.2.1.1 Les documents et les faits historiques

Le discours événementiel repose sur l'usage fréquent des hauts faits et des anecdotes. Il fait intervenir le pittoresque, c'est-à-dire ce qui

amuse, ce qui charme, tel l'exemple, souvent cité, de Newton qui, en voyant tomber une pomme d'un pommier, aurait découvert la loi de la gravitation universelle. Au contraire, le discours de l'histoire globale est non-linéaire; c'est un noeud de relations. Dans l'exemple précité, ce discours fera intervenir des éléments du contexte social plus large, dont la vision cartésienne du monde, les difficultés qu'a rencontrées Newton avec la Royal Society quant à sa proposition d'une théorie corpusculaire de la lumière, l'influence des jansénistes et des jésuites sur les gens du monde ainsi que l'action divine. Selon cette perspective, les faits historiques subissent une série d'oscillations, comme le souligne le professeur P.Zoubov selon lequel "tout historien ne peut ignorer les zigs-zags de l'histoire"(14). Ces discontinuités doivent être analysées en faisant preuve d'esprit critique, démarche essentielle pour "comprendre et apprécier un auteur mieux que ne le faisaient ses contemporains et, peut-être mieux que l'auteur lui-même" (15). C'est également la conception de Georges Sarton:

"L'historien de la science ne doit pas se contenter d'étudier de quelles manières les sciences n'ont cessé de réagir les unes sur les autres, il doit aussi analyser les interactions qui se sont constamment produites entre les idées scientifiques et les autres phénomènes intellectuels ou économiques" (16).

Cette conception se distingue de celle développée par A.Koyré qui se définit comme un historien de la pensée scientifique et pour qui, il est essentiel de replacer les oeuvres étudiées dans leur milieu intellectuel et spirituel, de les interpréter en fonction des habitudes et des aversions de leurs auteurs.

Il apparaît donc que la connaissance des faits historiques peut être construite de plusieurs façons. Pour l'une, l'accent est mis sur la description du fait historique et sa fidèle restitution, pour l'autre, sur la filiation des idées scientifiques et enfin, pour une troisième, sur l'inscription socio-historique du fait étudié, seule voie pertinente pour donner un sens aux faits; François Russo soutient cette dernière thèse:

"Une histoire des sciences qui s'enfermerait dans un étroit positivisme, attaché à la stricte restitution des faits, dans le seul moment où ils se sont passés, serait une histoire des sciences incomplète, mutilée, privée d'un principe d'intelligence essentiel"(17).

1.2.1.2 Le développement de la connaissance scientifique

Un certain nombre d'historiens des sciences se sont intéressés à l'ordre qui règle l'évolution de la connaissance scientifique au cours du temps, et ceci parce que chaque connaissance n'est produite que lorsqu'un certain nombre de connaissances se sont développées au préalable. Il y a alors lieu, pour nous, de nous interroger sur les différences et/ou les ressemblances de conception de ce développement, selon chaque type d'histoire des sciences.

Dans une histoire de type événementiel, le développement des connaissances scientifiques étant mû par la recherche de la vérité, on le postule continu et cumulatif. Cette conception reçoit les critiques de certains philosophes et historiens des sciences. C'est ainsi que K.Popper, abordant les problèmes de l'induction, dénonce les préjugés qui ont affecté certaines oeuvres en histoire des sciences, car, pour lui, le savoir scientifique ne doit pas être imaginé sur le mode d'une "accumulation progressive de nos expériences" (18). De plus, comme le souligne A.Koyré, l'historien des sciences devrait se méfier de la continuité historique :

"La continuité logique des découvertes recouvre souvent une discontinuité, historique, l'"itinerarium in veritatem" n'est pas une ligne droite et l'historien ne saurait éviter aucun de ses détours, aucun de ses impasses même, il doit être prêt à se tromper de route et à rebrousser chemin avec les auteurs qu'il étudie"(19).

Pour certains, la discontinuité historique serait due aux ruptures épistémologiques qui caractérisent le développement de la connaissance scientifique. Ainsi, selon T.Kuhn, le développement de la connaissance scientifique fait toujours suite à un changement de paradigme qui fait intervenir de telles ruptures et, pour G.Bachelard, la connaissance scientifique résultant d'une dialectique entre l'expérience et la raison, le développement de la connaissance scientifique est donc marqué par des ruptures constantes entre les connaissances antérieures et les connaissances nouvelles. Une explication similaire est fournie par Jean Piaget et Rolando Garcia, qui déborde cependant du strict cadre de la connaissance scientifique. En effet, ceux-ci conçoivent que:

"... c'est seulement dans les moments de crise, de révolution scientifique, qu'il y a une rupture avec l'idéologie dominante et que l'on passe à un état différent, avec un nouveau cadre épistémique, distinct du précédent" (20).

Dans ces moments, les idées et les croyances sociales influenceraient le devenir de la connaissance scientifique dans le procès de sa construction.

1.2.1.3 La notion de découverte

La conception de la découverte n'est pas indépendante de la conception de l'évolution des sciences et, comme celle-ci, elle varie d'un type d'histoire des sciences à l'autre, car "l'appréciation de la découverte est, comme le souligne F.Russo, conditionnée par le contexte de la pensée scientifique et même plus largement, par l'orientation de la culture et le mouvement général des idées" (21).

Lorsque l'histoire événementielle fait la narration d'une découverte, elle fait appel au légendaire et à l'inattendu. Le processus de découverte serait "l'acte de voir ou de toucher qui peut être attribué sans équivoque à un individu à un moment exact" (22). En prenant l'exemple de la découverte de l'oxygène, T.Kuhn n'arrive pas cependant à l'attribuer ni à Priestley, ni à Lavoisier. Pour lui, le "moment exact" est difficile à cerner. De plus, la découverte ne peut être associée à un seul individu: par exemple, à qui revient le mérite de l'élaboration de la théorie de l'évolution? A Charles Darwin ou à Alfred Wallace? Lamarck et Buffon n'ont-ils joué aucun rôle dans cette découverte? Et la découverte de la molécule d'ADN, à qui doit-on l'attribuer? A Crick et à Watson? Ou à l'un des deux?

Pour l'histoire interne, la découverte est "parfois" un processus individuel, mais, le plus souvent, elle est la résultante de la convergence de travaux de plusieurs scientifiques. Le problème de la découverte s'articule donc autour d'un autre problème, celui des précurseurs. Certes la découverte résulte d'une pensée unique mais elle met en jeu plusieurs acteurs qui auraient pu, éventuellement, s'influencer. Dans le cas de la

représentation de l'univers, Koyré note que :

"C'est après Copernic, après Bruno, que Nicolas de Cues acquit la réputation de précurseur de Copernic et de Képler, comme c'est après l'invention du télescope, après Galilée, que Bruno fut reconnu comme précurseur de la représentation nouvelle de l'univers. C'est donc, après coup, et souvent longtemps après, qu'un auteur, par un effet en retour, devient un précurseur" (23).

Il ne faudra pas alors oublier de tenir compte du rôle des prédécesseurs avant d'associer une théorie au nom de celui qui en a fait l'ultime démonstration. Ainsi, avant de dire que Darwin est le "père" de la théorie de l'évolution, il serait plus juste, notamment, de parler du "cousin germain" Wallace et des grands-pères Buffon et Lamarck comme le montre cet exemple tiré d'un ouvrage destiné à l'enseignement de la biologie au niveau secondaire:

"Jusqu'au milieu du XIXe siècle on estime généralement que chaque espèce ou type d'animal ou de plante a été créé séparément (...). Le premier, Aristote, s'aperçoit que les organismes vivants peuvent être classés en groupes dont les membres présentent certaines similitudes. Au XVIIIe siècle, Linné fait de ce principe la base de son système de classification (...). Cependant, les biologistes français Lamarck et Buffon et le naturaliste anglais Darwin réfutent cette théorie. Ils croient au processus de l'évolution" (24).

La découverte est donc, dans l'histoire interne, le résultat d'une filiation d'idées. Dans leur ouvrage Keys to chemistry, Ledbetter et Young commencent le chapitre sur les relations chimiques quantitatives en faisant un rappel historique sur l'état de la question comme suit:

"Vous vous rappelez que, au chapitre 5, nous avons vu que l'une des plus importantes contributions de Dalton à l'avancement des sciences concernait ses essais de déterminations de valeurs relatives des masses des atomes (...). Berzelius, le chimiste suédois qui a élaboré le système de la symbolique chimique, encore utilisé de nos jours, a continué les travaux de Dalton..." (25).

La conception de la découverte, privilégiée par l'histoire globale, couvre davantage de dimensions. En effet, pour certains historiens, la découverte ne peut être faite n'importe quand, ni n'importe où, elle suppose un milieu historique et social particulier; elle est le fruit d'une dynamique sociale et non celui de traits de génie individuel. En se plaçant à l'opposé de la conception que véhicule l'histoire événementielle, Zoubov va jusqu'à faire une mise en garde contre les autobiographies des savants et à n'admettre une découverte qu'après avoir vérifié la conjoncture dans

laquelle elle s'est produite. Au moment où il travaille, le savant est confronté à une anomalie: il est tellement absorbé par sa recherche qu'il ne peut prendre conscience de ses hésitations et des facteurs qui la traversent (26).

1.2.1.4 L'image du scientifique

Tout discours à propos d'un scientifique véhicule inévitablement une image mais il est rare qu'elle soit évaluée à sa juste valeur. Selon Georges Sarton, historien des sciences, cette image est parfois dépréciative:

"Les inventeurs sont nommés, tout juste nommés, et, peut-être quelques dates sont attachées à leur nom et voilà tout. Les noms pourraient presque être remplacés par des lettres ou symboles, car sans autre explication ils sont vides de sens" (27).

D'autres fois, comme on le retrouve dans le Chem Study, programme et livre de chimie largement adopté au Québec pour l'enseignement de la chimie, l'image véhiculée trace un portrait exagéré du scientifique, en le présentant comme un surhomme, un génie; ainsi "Woodward est certainement un des plus grands chimistes de la synthèse organique de tous les temps (...), un esprit sortant de l'ordinaire (...). Woodward travaille fort la nuit; ses succès sont en rapport avec ses efforts" (28).

Ainsi, il semblerait donc suffisant de travailler dur pour connaître le succès et la considération, comme l'illustre et autre énoncé du Chem Study:

G.N. Lewis, l'un des plus grands chimistes américains du 20e siècle (...) était en avance sur son temps (...) jamais il ne se lassa de l'émerveillement que procure la recherche (...) Lewis mourut le 23 mars 1946 dans son laboratoire qu'il aimait tant, entouré des bûchers et des livres qui furent ses instruments de recherches (29).

Pour certains historiens des sciences, le scientifique qui aboutit à des résultats importants est un génie, soit quelqu'un qui possède des aptitudes sortant de l'ordinaire; Savérien, pour sa part, en est convaincu:

"Je crois d'ailleurs que cette méthode de suivre historiquement les sciences depuis leur origine jusqu'au point où elles ont été portées par les travaux des hommes de génie est un des moyens les plus simples et les plus sûrs de les faire goûter aux jeunes gens et aux gens du monde" (30).

Cette conception est encore présente chez l'historien de la pensée scientifique, bien qu'on lui accorde moins d'importance. Pour A. Koyré, par exemple, la science se construit grâce à de grands génies, car "la découverte des choses qui nous semblent aujourd'hui enfantines avait coûté de longs efforts aux plus grands génies de l'humanité" (31).

Dans la perspective de l'histoire globale, l'intervention individuelle est peu évoquée, étant donné que l'on conçoit la découverte comme un processus conjoncturel. Le scientifique, pour l'histoire globale, fait partie du commun des mortels. Il ne peut amener du nouveau dans son domaine sans l'influence, souvent négative, du milieu dans lequel il se trouve. A maintes reprises, J. Pelsener a déclaré que "tout esprit créateur doit être en antagonisme avec le milieu ambiant. La persécution serait le seul aspect vraiment social de la science" (32). Pour l'histoire globale, le scientifique n'est pas un génie, c'est tout simplement un innovateur, c'est-à-dire quelqu'un qui introduit du nouveau dans une chose établie.

1.2.1.5 La notion d'erreur

Cette dimension est liée à la conception que le sujet se fait de la vérité. Elle est indissociable de la notion d'"échec" et l'historien des sciences s'y penchera de façon plus ou moins accentuée selon ses préoccupations, comme le montre l'exemple de Savérien qui déclare: "dans ma composition (de l'histoire), je laisse les fausses routes ou plusieurs savants se sont égarés..." (33). Cela semble aussi être le cas pour le Chem Study, car sur les dix historiques qu'il fait à travers le cheminement de ses chapitres, aucun des dix personnages ne s'est jamais trompé, du moins d'après la lecture des textes. L'échec n'a pas sa place dans le Chem Study, comme si la science ne connaissait pas ce sentiment et ses épreuves. L'histoire événementielle ne se soucie pas de la notion d'erreur, contrairement aux deux autres types d'histoire des sciences.

L'épistémologie historique de G. Bachelard, par exemple, se base beaucoup sur la notion d'erreur. Les leçons que tire Bachelard du diagnostic de l'erreur montrent que la révélation de celle-ci joue un rôle pédagogique important dans la formation de l'esprit scientifique car, dit-il, "il n'y a pas de démarche objective sans la conscience d'une erreur intime et première" (34). C'est également ce qu'a décelé G. Jorland, dans ses synthèses épistémologiques de l'oeuvre d'Alexandre Koyré:

"Si le chemin qui conduit à la vérité n'est pas une ligne droite, s'il est parsemé d'obstacles qui doivent être contournés, les erreurs ont toute chance d'être plus fréquentes que les succès. L'acheminement de la pensée signifie alors que c'est à travers les erreurs que la pensée progresse vers la vérité... C'est la même raison qui produit l'erreur comme la vérité" (35).

En outre, dans la façon de composer l'histoire des sciences, Koyré estime que l'on doit étudier les erreurs et les échecs "avec autant de soins que les réussites" parce que, d'une part, "ils sont révélateurs des difficultés qu'il a fallu surmonter" (36) et, d'autre part, "... les erreurs et les échecs sont aussi instructifs, aussi intéressants, et même aussi dignes de respect que les réussites" (37). J.S. Bailly est d'accord sur ce principe; il en fait un devoir prioritaire pour l'historien:

"Le premier devoir de l'historien est d'être fidèle, il ne doit pas cacher les vices de son héros: nos misères, comme notre grandeur, sont notre histoire (...). Ici, le héros est l'esprit humain, nous devons dire ses méprises et même ses erreurs, en même temps que nous montrons sa gloire" (38).

1.2.1.6 Le sens social de la science.

L'histoire événementielle porte souvent son regard sur le progrès scientifique et considère l'activité du scientifique comme étant limitée à un travail de recherche, sans référer au milieu socio-culturel dans lequel cet individu évolue. Le scientifique n'est pas considéré comme un acteur social et sa pratique quotidienne consiste, en quelque sorte, à rechercher de façon objective la vérité. Par ailleurs, selon l'histoire globale, la science est une pratique sociale de plein droit et le scientifique ne peut en aucun cas faire abstraction de ses acquis socio-culturels. De plus, dans la perspective globale, la science fait partie de la culture générale, c'est-à-dire qu'elle ne doit pas être érigée

en modèle culturel indépendant des autres mouvements culturels, qu'ils soient littéraires, artistiques ou philosophiques, puisque, comme le soutient F.Russo:

"Il nous paraît absolument essentiel que l'histoire des sciences soit attentive au fait que nombre de ses vues, visées, manières de faire, de penser, ne sont pas propres à la science d'une époque, mais appartiennent à sa culture au sens le plus général. Une histoire des sciences qui ne prendrait pas en compte ce fait serait gravement déficiente" (39).

Par ailleurs, l'histoire des idées a une position intermédiaire de celle de l'histoire événementielle et de l'histoire globale, c'est-à-dire que, sans adhérer au fait que la science est une pratique sociale, on lui reconnaît cependant des effets sociaux.

1.2.1.7 Le passé

Cette dimension est liée de près à celle qui est relative aux documents, aux faits historiques et aux discours. Le passé c'est l'objet de connaissance de la science historique et son appréhension sera fonction de la façon avec laquelle l'historien élabore la connaissance historique à partir des documents dont il dispose. C'est à partir de ces derniers qu'il porte un jugement sur le passé, jugement qui ne devrait pas être statique, comme le souligne Henri-Irénée Marrou:

"C'est en "comprenant" les documents, en se familiarisant avec eux, les méditant, les reprenant sans cesse, les pénétrant peu à peu qu'on parvient à connaître ce qu'ils sont en vérité et du même coup, le passé humain dont ils conservent la trace et sur lequel ils portent témoignage" (40).

Cette interrogation incessante permettrait, dans le cas de l'histoire interne, d'expliquer le cheminement de la genèse des idées alors que, dans le cas de l'histoire globale, c'est la genèse de la société qui est en question. L'interrelation du passé et du présent est également une dialectique, comme le soutient le professeur F. Dumont:

... (l'interrogation historique) rappelle que le passé n'est pas un stock de souvenirs figés, que nous entretenons des rapports mouvants avec lui. Nos problèmes et nos "crises d'aujourd'hui" constituent des questions originales à poser au passé et celui-ci est une mémoire vivante où les héritages rejoignent les engagements..." (41).

Cette vision du passé est de plus en plus courante; les problèmes qu'elle doit affronter se rapportent souvent au degré de crédibilité des documents. Comme ils sont trop nombreux, l'historien finira par céder sous le poids des archives accumulées; la connaissance du passé se trouve alors intimement liée à l'historien qui l'a élaborée. Par conséquent, cette connaissance résulte d'une construction intellectuelle.

L'histoire événementielle, quant à elle, s'appuie sur une vision réaliste du passé, c'est-à-dire qu'elle prétend non pas construire le passé, mais seulement le réactiver.

1.3 L'enseignement des sciences et l'histoire des sciences

Dans cette section, nous nous proposons d'essayer de dégager de quelle manière interagissent l'enseignement des sciences et l'histoire des sciences. Nous nous limiterons aux cas des Etats-Unis, de la France et du Canada.

1.3.1 Aux Etats-Unis

L'intégration des perspectives historiques, dans l'enseignement des sciences aux États-Unis, ne semble pas donner lieu à un débat, comme en témoigne, notamment, l'absence d'articles sur le sujet dans une revue aussi spécialisée que Science Éducation (42) qui est consacrée à la recherche et à la planification de l'enseignement.

Cette non préoccupation se retrouve également dans les discours relatifs à la formation à l'enseignement des sciences. Ainsi, selon le professeur Morton L. Schagrin, il n'est pas nécessaire que le professeur de sciences ait suivi des cours de philosophie et d'histoire des sciences, il suffit qu'il fasse quelques lectures générales reliées au sujet. Voici ce qu'il recommande à l'enseignant:

"Je pense que ça devrait être fait pendant vos moments de loisirs, lors de vos lectures d'ordre général. Vous lisez toujours des

livres en sciences; vous pourrez très bien choisir un livre sur cinq, comme étant un livre d'histoire ou de philosophie des sciences" (43) (notre traduction).

Par ailleurs, selon l'auteur aussi influent que Thomas Kuhn, dont l'ouvrage La structure des révolutions scientifiques est considéré comme un puissant modèle sociologique de l'histoire des sciences (44), la dépréciation du fait historique dans la formation des scientifiques semble correspondre à l'idéologie de la profession scientifique, dans le sens où l'efficacité des chercheurs ne serait pas compromise par l'absence d'une perspective historique:

"La dépréciation du fait historique est profondément et sans doute fonctionnellement intégrée à l'idéologie de la profession scientifique... les sciences, comme les autres entreprises professionnelles, ont besoin de héros et conservent leur souvenir. Heureusement, les hommes de sciences ont su, au lieu d'oublier ces héros, oublier seulement, ou réviser leurs travaux" (45).

Sur le plan des manuels scolaires, les analyses sont nombreuses et font ressortir que le point de vue historique est rarement présenté de façon adéquate, que la plupart du temps la réalité et l'image de la science sont déformées. On peut signaler, entre autres, la publication d'une analyse de manuels destinés aux étudiants de première année d'université, réalisée par Lance Factor et Robert Kooser. Cette analyse porte sur l'introduction de l'histoire des sciences dans les manuels scolaires et se présente comme suit:

"Les textes qui sont fiers d'avoir incorporé l'histoire de la chimie basée sur les faits dans le contenu des manuels, souvent au nom de l'humanisation de la science, perpétuent l'illusion que l'histoire des sciences, c'est l'histoire du progrès et de la valorisation en conflit avec les forces de l'ignorance et de la superstition. C'est l'histoire des héros et des bandits. Une réussite particulière comme les travaux de Dalton, de Lavoisier ou de Mendeliev domine et illustre le savoir contemporain. Les convictions philosophiques et religieuses, aussi bien que le contexte social qui a conditionné ces réussites, demeurent complètement ignorés" (notre traduction) (46).

1.3.2 En France

Un certain nombre de responsables de l'enseignement des sciences, philosophes et hommes de sciences, se sont préoccupés de l'histoire de celles-ci. La plupart ont reconnu la nécessité et l'importance de son

enseignement. Pour Pierre Duhem, "la méthode sûre, féconde pour préparer un esprit à recevoir une hypothèse physique, c'est la méthode historique...", et, pour Charles Brunold qui fut directeur général de l'enseignement du second degré, la méthode idéale est celle de la redécouverte:

"... si l'histoire de la science ne peut constituer le fond même de notre enseignement, elle peut inspirer la méthode de celui-ci en lui proposant de faire parcourir rapidement aux élèves dans l'étude d'une question donnée, le chemin que les savants de toutes les époques ont suivi dans la même étude" (47).

En effet, selon ce dernier, l'histoire des sciences se prête bien à l'enseignement des sciences et ses exigences matérielles sont minimes mais il faut, tout au moins, disposer de matériel écrit valable sur le sujet... ce qui est encore de nos jours passablement rare. De plus, la science ne peut pas être enseignée sans recourir au côté historique et, comme l'avait remarqué Auguste Comte: "on ne connaît pas complètement une science tant qu'on n'en connaît pas l'histoire". Depuis longtemps, dans les programmes d'enseignement des sciences, du niveau secondaire, il est précisé dans les instructions :

"... que dans l'étude des mathématiques on fasse table rase du passé, qu'on les enseigne dégagées de tout document historique, cela n'est pas sans inconvénient, mais qu'un pareil procédé soit étendu aux sciences physiques, ce sera en dénaturer complètement le sens. On ne saurait donc trop recommander aux professeurs de physique de commencer l'exposition de toutes les grandes théories par un précis historique très fidèle, et, au besoin, par l'exacte reproduction de l'expérience d'où l'inventeur est parti..." (48).

De son côté, Paul Langevin, physicien français de renommée internationale, aborda, il y a plusieurs décennies, le problème dans diverses conférences. Pour lui, il était indéniable que l'histoire des sciences possédait une valeur éducative et servait à contrer le dogmatisme, obstacle à la connaissance scientifique parce que: "l'enseignement dogmatique est froid, statique et aboutit à cette impression absolument fausse que la science est une chose morte et définitive" (49). De plus, selon le même auteur, l'histoire des sciences permettrait d'enseigner les théories encore mal assises; elle devrait en plus faire découvrir la finalité des sciences, permettre de réajuster les valeurs et d'ouvrir la voie à la réflexion philosophique de l'histoire des sciences... Cependant, malgré cette reconnaissance de l'intérêt pédagogique, on ne la trouve pas dans la liste des cours destinés à la formation des maîtres en sciences; on

la trouve sous la rubrique "philosophie" à la faculté des lettres. Comme l'a fait remarquer Pierre Thuillier, à l'instar de l'épistémologie, "l'histoire des sciences est, elle aussi, une discipline marginale, qui n'était même pas représentée dans toutes les facultés des lettres" (50).

D'autre part, les manuels scolaires de sciences présentent, la plupart du temps à la fin des chapitres, des notes historiques qui ne sont souvent qu'une accumulation de noms et de dates. Dans le cours élémentaire de physique de A. Boutan et J.-Ch. d'Almeida, un paragraphe intitulé "Historique" relate ce qui suit:

"Cependant, des idées théoriques qui se sont trouvées exactes avaient été émises avant le milieu du siècle dernier par Bernouilli en 1738. Lavoisier et Laplace (année 1780) avaient écrit des pages qui seront citées plus loin et que les découvertes modernes laissent intactes. Rumford (1798) et Darvy (1812) avaient fait de bonnes expériences et les avaient bien interprétées. Sadi Carnot (1824) avait trouvé un mode de raisonnement qui devait être des plus féconds en découvertes lorsque les principes seraient établis. Mais c'est à M. Mayer (de Heilbronn) que l'on doit d'avoir le premier en 1841 constitué cette nouvelle partie de la physique. Une année plus tard, M. Joule, en Angleterre, était conduit aux mêmes idées et les développait dans d'importants mémoires. M. Helmholtz (1847) et M. Colding (1851) à Copenhague retrouvaient un peu plus tard la même théorie. Divers physiciens parmi lesquels il faut citer principalement MM. Thomson et Clausius qui ont développé, à l'aide du raisonnement de Carnot, surtout cette science nouvelle. Grâce à la merveilleuse exactitude des expériences de M. Regnault, des déductions des plus délicates ont pu être vérifiées. A présent, tous les phénomènes calorifiques se trouvent reliés aux théorèmes de la mécanique rationnelle" (51).

En effet, selon Nicole Hulin, ce paragraphe est "une liste de noms et de dates" reliés au thème qui fait l'objet de cet historique, elle ajoute "... les termes employés sont vagues et ce n'est seulement que dans la dernière phrase qu'il est explicitement question de phénomènes calorifiques" (52). Bien que des traces d'intérêt pour l'histoire des sciences apparaissent au long de ce paragraphe, l'information donnée est tronquée et reflète un douteux souci pédagogique. En France, les manuels scolaires de sciences semblent donc ne pas intégrer l'histoire des sciences de manière plus significative. L'ampleur de la dimension historique est là aussi négligeable et négligée.

1.3.3 Au Québec

Au cours d'une étude pan-canadienne portant, entre autres sur les

manuels scolaires d'enseignement des sciences, Graham W.F. Orpwood et J.P. Souque, affirment que :

"Les auteurs ne proposent que rarement des objectifs portant sur l'histoire des sciences. Seule une liste de savants, mentionnant leurs découvertes et la date de celles-ci, ou encore une série d'études de cas plus ou moins détaillées, répond au besoin d'une perspective historique" (53).

Pourtant, il est indéniable que les manuels scolaires jouent un rôle important dans la préparation d'un cours par l'enseignant. Cette même étude, concernant l'utilisation du manuel, a montré que les trois-quarts des enseignants qui ont participé à cette enquête estiment que l'utilisation du manuel est assez ou très importante à la préparation de leurs cours.

Au cours de la même enquête, une satisfaction générale a été notée chez les enseignants à propos de l'évaluation des manuels scolaires utilisés par leurs élèves. Néanmoins, les données fournies par Statistiques Canada montrent que "les deux cinquièmes des manuels actuellement en usage ont été publiés avant 1975, et pour 20 pour cent de ces derniers, la date de parution remonte à douze ans et plus!" (54). De plus, la majorité des manuels utilisés par les enseignants ont été rédigés à l'étranger. Ceux-ci ne sont donc pas adaptés à l'activité scientifique et technique du Canada, ni à son histoire et à ses répercussions dans la société. Notons que, depuis quelques années déjà, les manuels scolaires de sciences ont fait l'objet de plusieurs critiques, entre autres quant au type d'histoire des sciences véhiculé par ces manuels :

"Les manuels, s'ils ne font pas totalement fi de l'histoire des sciences, se limitent à présenter une histoire événementielle en associant aux diverses lois le nom des grands découvreurs (Galilée, Newton, Dalton, de Mendel, etc.). A l'occasion, on trouvera un compte-rendu de la démarche intellectuelle qui a conduit tel ou tel savant à la découverte d'une nouvelle loi. Ici et là, on trouvera quelques notes biographiques décrivant la vie et l'œuvre d'un savant. Ces notes biographiques revêtent l'aspect de l'éloge funèbre dont on sait qu'il est généralement glorifiant" (55).

Dans le même ordre d'idée, G. Orpwood et J.P. Souque ont noté que "... très souvent, la science des manuels paraît hors de son contexte historique. Les auteurs présentent les scientifiques comme des génies solitaires ayant eu la bonne idée opportunément"(56). L'exemple suivant est tiré du Physical Science Study Committee, lequel est largement adopté dans

l'enseignement de la physique:

"Johannes Kepler, né en 1571, faisait contraste avec Tycho Brahé. Tycho était doué d'une habileté et d'une adresse mécanique extraordinaire, mais il avait relativement peu de goût pour les mathématiques. Il ressemblait aux Grecs anciens pour son respect de la puissance des nombres et des dimensions. Dans son premier livre, Kepler décrivit ses efforts pour comprendre pourquoi il y avait précisément six planètes dans le système solaire. Il établit une relation entre les six orbites et cinq solides réguliers, en géométrie. A partir de cette construction, il obtint des rapports de rayons, s'accordant assez bien avec les valeurs alors connues, pour les orbites planétaires" (57).

Ce genre de discours non critique risque d'avoir un effet négatif sur l'apprentissage des sciences, comme l'a souligné B. Kilbourn dans une étude sur les visions du monde véhiculées par un manuel de biologie. Une conséquence à caractère didactique apparaît nettement chez les élèves:

"Le problème n'est pas que cela (les explications de modèle mécaniste) soit fait, mais que cela soit fait sans ramener les croyances métaphysiques au niveau de conscience des élèves. Par conséquent, ils ne maîtrisent pas ce qu'ils apprennent" (notre traduction) (58).

1.4 Les questions de recherche

Cet aperçu sommaire, quant à la place accordée à l'histoire des sciences dans l'enseignement de celles-ci, nous indique deux choses: d'une part, l'absence de préoccupations soutenues pour une intégration dynamique de la perspective historique dans l'enseignement des sciences; et, d'autre part, l'inévitable présence de cette même dimension sous la forme d'une histoire événementielle, voire anecdotique. Dans cette perspective, on peut s'interroger sur les effets d'un tel enseignement sur la formation d'une conscience historique chez les élèves. C'est dans cette ligne que nous formulons la question de recherche suivante:

"Quelles représentations de l'histoire des sciences se font les élèves du secondaire ?"

Cependant, compte tenu de la présence marquée d'une histoire événementielle, par rapport aux autres types, dans les manuels scolaires et l'importance, comme nous l'avons indiqué, que revêtent ces manuels pour les enseignants dans leur projet pédagogique, il nous faut préciser l'une des interprétations anticipées que contient notre question de recherche: à savoir que les représentations que se font les élèves du secondaire à

l'égard de l'histoire des sciences, se rattachent à une conception événementielle de cette dite histoire.

Enfin notons que, pour les fins de la construction de notre instrument d'enquête, de même que pour notre interprétation des discours des élèves, nous ferons usage de la typologie historiographique présentée dans notre cadre théorique soit, l'histoire événementielle, l'histoire interne et l'histoire globale ainsi que des dimensions utilisées pour préciser cette typologie, soit:

- 1) Les documents et les faits historiques;
- 2) Le développement de la connaissance scientifique;
- 3) La notion de découverte;
- 4) L'image du scientifique;
- 5) La notion d'erreur;
- 6) Le sens social de la science;
- 7) La notion du passé.

Signalons que la subdivision d'un type d'histoire en plusieurs dimensions est arbitraire; en réalité, les sept dimensions forment un tout indissociable et on ne pourra pas, par exemple, parler du développement de la connaissance scientifique en faisant abstraction de celle portant sur l'erreur ou le sens social de la science. Néanmoins, cette décomposition va nous être très utile pour orienter la discussion lors des entrevues avec les élèves, comme nous le verrons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II

LA MÉTHODE

Dans ce chapitre, nous précisons d'abord les raisons qui nous ont incité à choisir l'entrevue semi-structurée comme technique de cueillette de données, puis nous présentons notre protocole d'entrevue ainsi que les caractéristiques de la population pour laquelle nous avons élaboré ce protocole. Dans la dernière partie de ce chapitre, nous décrivons la pré-expérimentation et la méthode d'analyse des entrevues.

2.1 Introduction

Rappelons que notre question de recherche porte sur les représentations de l'histoire des sciences chez les élèves du secondaire. Avant tout, nous aimerions dire dans quel sens est entendu le concept de "représentation" dans cette étude. Souvent, les recherches relatives aux représentations des élèves se font par rapport à un champ conceptuel bien déterminé. Ainsi, on peut signaler, par exemple, les travaux de G. Rumelhard (59) concernant "les représentations des concepts de la génétique dans l'enseignement" et ceux de J.L. Closset (60) qui s'est penché plus particulièrement sur les notions étudiées en électricité. Les chercheurs en sciences de l'éducation et, principalement en didactique des sciences, attribuent à ce terme des définitions semblables; selon J.P. Astolfi (61), responsable d'une équipe de recherche en didactique des sciences

expérimentales à Paris, les représentations, celles des élèves comme celles des adultes, sont des modalités particulières de connaissance (selon l'expression de Moscovici) correspondant à des structures cognitives organisées (62). D'après ce même chercheur, on peut distinguer plusieurs niveaux de représentations qui se situeraient sur les plans cognitif, individuel, social...

Quant à nous, nos questions de recherche se rapportent à l'histoire des sciences et, dans cette perspective, il serait possible d'aborder aussi bien la génétique que la chimie ou l'astronomie. C'est pour cela que nous aimerions signaler que le terme "représentation", utilisé dans le cadre du présent travail, est synonyme de "conception", c'est-à-dire de formation d'un concept, d'une idée générale dans l'esprit humain. S'interroger sur les représentations de l'histoire des sciences chez les élèves, revient tout simplement à essayer d'identifier le ou les modèles de l'histoire des sciences que s'en font les élèves.

Par ailleurs, ce qui caractérise avant tout la clientèle dont nous voulons étudier les représentations, c'est sa complexité. A cause de la richesse de son cerveau, l'être humain se distingue principalement des autres animaux par sa complexification et ne peut en aucun cas être considéré comme une structure isolée, comme l'a souligné A.Jacquard au cours de conférences (63), auxquelles nous devons l'essentiel de ces réflexions:

"Les objectifs qui nous intéressent, ceux dont nous cherchons à comprendre le fonctionnement, qu'ils soient inanimés ou vivants, ne sont pas isolés; ils sont des structures dissipatives; ces structures ne sont pas dans des conditions qui entraînent le processus d'accroissement de l'entropie; c'est-à-dire de l'affaïssement, de la désorganisation, de l'indifférenciation; elles sont dans des conditions qui, tout au contraire, leur apportent la possibilité d'un enrichissement, la promesse d'une complexification, l'espoir d'une autonomie. Pour elles, la "loi" fondamentale n'est pas l'inexorable et désastreux accroissement de l'entropie, mais l'accroissement prometteur de la complexité" (64).

Les sujets dont nous essayons de caractériser les représentations sont des êtres dynamiques, en changement perpétuel et en interaction constante avec l'environnement dans lequel ils baignent. Notre méthode ne doit pas ignorer ce fait, et c'est là-dessus que repose la principale raison pour laquelle nous avons opté pour les méthodes qualitatives.

2.2 Le choix de l'instrument et les modalités de sa mise en oeuvre

Le choix de l'entrevue semi-structurée comme technique de cueillette des données, a reposé sur les préoccupations suivantes: d'une part, cette technique offre la possibilité d'appréhender le sujet dans sa singularité. D'autre part, puisque l'obtention des données se fait par contact direct avec les sujets, les questions mal formulées peuvent être corrigées à tout moment et des précisions peuvent être ajoutées si cela s'avère nécessaire. Enfin, ce type d'entrevue, en permettant à la personne interrogée d'exprimer les nuances de sa pensée, permet du même coup, à l'analyste d'avoir accès au dynamisme de la pensée.

Bien sûr, cette technique présente aussi des difficultés dans le sens où elle requiert une attention constante pour suivre le discours de l'interrogé(e) et une souplesse quant à l'orientation du questionnement. Nous tâcherons donc de prendre en considération tout ce qui précède afin de rendre justice à la pensée des personnes interrogées.

2.3 La dimension déontologique de l'étude

Quant au déroulement des entrevues, nous avons commencé par tenter d'instaurer un climat de confiance et de sympathie afin que les interviewé(e)s se sentent à l'aise. Nous avons pris soin de les mettre au courant de la recherche entreprise et de leur signaler, de prime abord, que l'entrevue portera sur leur conception de l'histoire des sciences. Nous avons également assuré la confidentialité de leurs propos.

Ensuite, les questions étaient posées. L'une ou l'autre des quelques phrases élaborées lors de la mise au point de notre protocole d'entrevue introduisaient plus ou moins directement la dimension sur laquelle nous voulions avoir des informations. Une fois la question posée, nous laissions au répondant suffisamment de temps pour qu'il puisse préparer sa réponse, et avons adopté l'attitude la plus ouverte possible, de façon à ne pas l'influencer. Nous avons donc tâché de faire ni des

signes d'acquiescement, ni des signes de réprobation. Cependant, du fait même que nous ayons opté pour l'entrevue semi-structurée, nous devons parfois intervenir pour demander des précisions sur les mots et les notions évoquées par le sujet lui-même. De plus, nous avons pris garde de ne pas jouer le rôle de celui qui sait en face de celui qui ne sait pas. Au contraire, nous désirions leur montrer que nous cherchions à apprendre.

Lorsqu'un élève refusait de répondre à une question, nous n'insistions pas et passions à la question suivante, tout en essayant d'y revenir plus tard dans l'entrevue, en la formulant différemment. Nous avons fait en sorte que les questions ne soient pas suggestives. A la fin de l'entrevue, nous évitions qu'il y ait échange immédiat de point de vue avec les autres camarades pour éviter l'effet de contamination dans les entrevues subséquentes.

Les informations ont été enregistrées sur cassettes et retranscrites intégralement (voir en annexe).

2.4 La population visée

La population auprès de laquelle s'est effectuée la présente recherche est constituée d'élèves du secondaire. La nature du sujet choisi nous a incité à interroger surtout ceux du secondaire V. A ce niveau, ils ont déjà des idées sur la nature de l'activité scientifique et ils ont à faire un choix avant de poursuivre leurs études. Ainsi si plusieurs d'entre eux se retrouveront dans des sections "scientifiques", il est d'observation courante de constater que plusieurs autres iront dans les sections "littéraires", mettant ainsi un terme presque final à leur "formation en sciences", tout en conservant les représentations de l'histoire des sciences véhiculées par l'enseignement des sciences au niveau secondaire.

2.5 Le protocole d'entrevue

Le protocole d'entrevue a été construit en tenant compte des sept dimensions que nous avons distinguées lors de l'élaboration de notre cadre conceptuel; les questions qui le constituent suivent le même ordre logique que celui que nous avons suivi pour distinguer les trois types d'histoire des sciences. Bien sûr, il n'était pas question, pour nous, d'imposer cet ordre logique à nos répondants; nous avons profité plutôt de la souplesse offerte par l'entrevue semi-structurée afin de ne mettre un terme à l'entrevue qu'après avoir posé le maximum de questions constituant ce protocole. "Dans les pages qui suivent, nous précisons la structure et le contenu du protocole d'entrevue.

Préambule

Avant le XVIIe siècle, l'observation quotidienne suggérait que la terre était fixe et que le soleil tournait autour. Plus tard, on découvrit l'inverse; c'est la terre qui tourne autour du soleil. On peut citer Copernic, Galilée, Képler, etc... comme personnages qui ont contribué à ce changement d'interprétation.

Question A: Ce sont là des faits historiques. C'est quoi l'histoire des sciences pour toi?

COMMENTAIRE:

Cette question est assez générale pour permettre d'engager la conversation. Il est évident que ce n'est pas la réponse à cette question qui va nous donner tous les renseignements sur la conception de l'histoire des sciences du répondant, mais elle introduira très probablement une des sept dimensions que nous avons envisagées dans notre cadre théorique, ce qui permettra d'enchaîner en posant des questions sur la dimension introduite par le répondant.

Question B: A ton avis, comment arrive-t-on à connaître les faits

historiques?

COMMENTAIRE:

Cette question permet de se renseigner, plus ou moins, sur la première dimension à savoir sur les faits historiques et l'utilisation des documents dans la conception que se fait le sujet à l'égard de l'histoire des sciences.

Question C: Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque que vers le XVII^e siècle, on appliquait le principe de la propagation rectiligne de la lumière. Plus tard, au XVIII^e siècle, on a dit que la lumière était constituée de particules. Plus tard encore, on a dit que la lumière était une onde. Autrement dit, le savoir scientifique changerait au cours du temps. Comment se ferait ce changement?

COMMENTAIRE:

Il s'agit ici de l'évolution de la connaissance scientifique. La même question pourrait être formulée dans le cas de l'atome ou de la théorie de l'évolution, dépendant de l'orientation de la discussion.

Question D: L'évolution du savoir scientifique est marquée par des découvertes. C'est quoi pour toi une découverte?

COMMENTAIRE:

Comme nous l'avons constaté lorsque nous avons fait quelques entrevues préalables informelles, cette question surprend les élèves. A notre avis, en essayant de définir une découverte, l'élève aura très probablement recours à des exemples concrets, ce qui pourrait être utile pour déceler sa conception du processus de découverte. Les exemples peuvent être multipliés afin de mieux cerner cette réponse et d'introduire la question suivante.

Question E: Dans l'enseignement des sciences, on cite souvent des noms comme Newton, Darwin, Einstein, Fresnel, Lavoisier, Mendel, Mendeleïev, etc... Comment tu t'imagines ces personnages?

COMMENTAIRE:

L'image du scientifique est ici abordée. Des questions supplémentaires nous aideront à raffiner la netteté de cette image.

Question F: Généralement, on ne parle pas des erreurs des savants et des théories fausses. A ton avis, pourquoi fait-on cela?

COMMENTAIRE:

Cette dimension présente des difficultés. Ce que nous voulons savoir, c'est le rôle attribué à l'erreur dans le développement de la connaissance scientifique, donc aussi en histoire des sciences. On pourrait apporter des précisions en demandant si, dans le cas de la lumière, la théorie corpusculaire peut être considérée comme fausse, après l'avènement de la théorie ondulatoire. N'oublions pas qu'à l'ordre secondaire V, la dualité onde-corpuscule est encore ignorée par les élèves.

Question G: Quels rapports vois-tu entre l'évolution historique de la science et l'évolution sociale dans le temps?

COMMENTAIRE:

Cette question a pour but d'étudier la représentation que les élèves se font du sens social de la science, par le biais des rapports science-société.

Question H: La science a-t-elle un passé? C'est quoi le passé à ton avis?

COMMENTAIRE:

La définition que l'on veut obtenir ici ne sera pas facile, mais une conception du passé pourrait émerger des hésitations et tâtonnements des répondants.

2.6 La méthode d'analyse

La linéarité de la présentation de nos questions peut donner l'impression que chacune d'elles permet d'épuiser la représentation de l'élève à l'égard de la dimension correspondante. En réalité, chacune de

ces questions pourra fournir des informations supplémentaires concernant d'autres dimensions. Autrement dit, il n'y a pas de cloison étanche entre les différentes questions. Il faut les voir comme un tout. C'est d'ailleurs l'étude de ce tout qui pourrait nous permettre de cerner les représentations de l'histoire des sciences du groupe d'élèves qui nous intéresse.

Cependant, pour la commodité et la profondeur de l'analyse, nous avons étudié les réponses par dimension (thème). Nous avons ainsi commencé par extraire de chaque entrevue, toutes les informations concernant une dimension déterminée; ensuite, nous sommes passé à la seconde dimension et ainsi de suite, jusqu'à la septième. Une fois ce travail terminé, nous avons regroupé les réponses par thème. Comme nous avons constaté que certains énoncés exprimaient la même idée, nous avons procédé à un regroupement des idées pour chaque élève, puis juxtaposé ces idées à celles des autres élèves. Le regroupement des idées nous a servi d'aide-mémoire. Cette mise en forme des données nous a permis de mieux apercevoir l'impression d'ensemble qui se dégageait des réponses et, par le fait même, les représentations générales du groupe d'élèves concerné.

Le travail de regroupement nous a été très utile car, ne l'oublions pas, nos questions de recherche concernent une population et non des individus isolés. La phase pré-expérimentale devait nous permettre, entre autres, de porter un jugement sur notre méthode d'analyse.

2.7 La pré-expérimentation

Étant donné la complexité des thèmes abordés et l'absence prononcée de recherches en histoire des sciences portant sur l'enseignement des sciences, la pré-expérimentation devrait nous permettre d'améliorer la qualité de nos questions; les buts que nous voulions atteindre au terme de cette étape étaient les suivants:

- Savoir présenter le cadre de notre recherche auprès de l'administration, auprès des enseignants et auprès des élèves;

- Jauger du bien-fondé des différentes questions envisagées;
- Identifier les sous-questions pertinentes à la précision des questions générales;
- Mieux connaître le langage des répondants pour adapter les questions à ce langage;
- Nous familiariser avec les réactions des élèves devant ce genre de travail;
- Déterminer la durée de l'entrevue;
- Juger si notre méthode d'analyse convient.

2.7.1 Le déroulement de la pré-expérimentation

Le directeur de l'établissement où s'est déroulée la pré-expérimentation a été accueillant, chaleureux et très ouvert au dialogue. C'est lui qui nous a présenté aux enseignants de sciences, plus précisément de physique et de chimie.

Malgré quelques réticences, ces derniers nous ont, à leur tour, ouvert les portes. Après avoir pris connaissance de notre protocole d'entrevue, il leur a semblé que les individus les plus aptes à ce genre d'entreprise seraient plutôt "les meilleurs" élèves. Par "meilleurs", ils entendaient à la fois ceux qui avaient les résultats les plus élevés et qui étaient les plus sérieux. Nous leur avons alors confié le choix des répondants, tout en leur précisant qu'il serait souhaitable qu'ils gardent le silence sur le contenu du protocole d'entrevue.

Le choix des élèves s'est fait au début d'une période de cours, en début de séance, juste après les avoir mis au courant d'un certain travail de recherche dans le domaine de l'enseignement des sciences.

Plusieurs élèves manifestèrent de l'intérêt pour participer à cette

étude, mais il revint à l'enseignant de les désigner. Deux élèves par classes ont été choisis dans trois classes différentes, à l'intérieur d'un même cours; nous avons ainsi réduit les risques de contamination des réponses.

Les élèves qui ont participé à cette expérience sont tous et toutes du niveau secondaire V. Ils ont été interviewés le 13 et le 14 mars 1985 entre 9 heures et 13 heures, dans un local qui leur était familier: la salle de travaux pratiques de chimie. Les élèves ont apporté une excellente collaboration au moment des entrevues.

Avant de poursuivre, rappelons notre méthode d'analyse se déroule en trois temps:

- la présentation des données;
- le regroupement des données;
- et la mise en forme des données.

2.7.2 Étude des réponses relatives au thème 1:

Les documents et les faits historiques

2.7.2.1 La présentation des données

Élève 1

- 1) - L'histoire des sciences se constitue de ce que les autres ont fait.
- 2) - Je vais voir dans les livres où a travaillé cette personne qui a fait la découverte.
- 3) - Je verrai si elle n'a pas laissé sa biographie... ou s'il y a d'autres personnes qui ont écrit sur ça.
- 4) - Il faudra donc aller à la bibliothèque et peut-être dans le laboratoire où s'est produite cette découverte pour chercher les renseignements...

Élève 2

- 1) - Moi, j'ai l'impression que ça a été le bouche à oreille certainement... puis il y a eu l'écriture...
- 2) - Avec les laboratoires, eux autres (les scientifiques) ils

marquaient ce qu'ils faisaient, ils prenaient en note.

- 3) - J'imagine qu'ils transmettaient à d'autres personnes ce qui était écrit.
- 4) - Il y a des livres... des biographies... ils ont peut-être écrit dans des revues...
- 5) - J'imagine que c'est pour aller voir ce que le personnage lui-même a écrit, pour être le plus près de ce qui s'est fait.
- 6) - J'imagine qu'ils (ceux qui font l'histoire) ne peuvent pas sortir de même (il fait claquer ses deux doigts) on ne peut pas savoir comment ça fonctionnait si on ne revient pas sur ce qui a été écrit...
- 7) - Puis il n'y a personne de mieux placé que le personnage lui-même qui a fait l'expérience pour renseigner sur cette expérience.

Élève 3

- 1) - Comment ça nous est venu? Il a écrit pour transmettre ça, pour qu'on les utilise...
- 2) - Puis les successeurs s'en servent pour savoir comment il a fait pour trouver ça...
- 3) - (s'il n'avait pas écrit) d'autres personnes l'auraient fait, mais... (hésitations) ça ne serait pas aussi correct.
- 4) - C'est le personnage qui fait la découverte qui sait vraiment comment ça s'est passé.
- 5) - S'il n'écrit pas, ça peut toujours être fait, mais c'est pas pareil...

Élève 4

- 1) - Je dirai que l'histoire doit comporter les éléments autour d'une science exacte... de quoi une science est faite... comment c'était dans le temps...
- 2) - Premièrement, je commencerai par parler de l'homme et pas du cerveau parce que souvent on nous parle dans les livres des expériences qu'il a faites.
- 3) - En tout cas, pour moi il faut aussi parler où est-ce qu'il vivait,

puis quel genre de personne il est puis des choses comme ça...

- 4)- Ça m'aiderait à comprendre toute sa vie, puis ses idées et comment il a pu avoir ces idées-là.
- 5) - J'irai voir dans les livres et justement ce sont des livres... ben souvent on n'a pas le temps de lire.
- 6) - Premièrement, je ferai des recherches sûrement... j'irai me renseigner dans les livres voir ce qu'il a fait, ce qu'il a écrit.
- 7) - J'irai dans son pays, il y a peut-être des archives là-bas, le laboratoire où il a travaillé...

Élève 5

- 1) - C'est par des recherches... mais pour nous autres, c'est souvent un complément du professeur quand il fait un cours.
- 2) - Comme les Curie, c'est pas dans le programme, dans le fond, mais on dit toujours quelque chose dessus.
- 3) - Nous autres, c'est surtout par l'enseignement dans nos cours...
- 4) - Nos professeurs nous parlent parfois de certains bonhommes... de certaines expériences... et quand on en parle, c'est pas mal intéressant.

Élève 6

- 1) - C'est en consultant des livres, puis... soit des archives qui ont été gardées à l'endroit même où cet inventeur était, dans sa ville même.
- 2) - Je crois qu'un inventeur qui a été populaire, dans le sens sur son invention... donc, son livre ou ce qui a été écrit sur lui à son époque, va toujours (s'éparpiller) dans les autres années...
- 3) - Il a été populaire, on a écrit dessus et ces documents là sont gardés, et c'est de cette façon que l'on peut savoir qui, comment, pourquoi telle invention a été faite.

2.7.2.2 Le regroupement des données

D1: Documents et faits historiques

- E1 - Importance accordée aux documents écrits, en particulier à l'autobiographie.(3,4)
 - Importance de la connaissance du lieu de travail.(2,4)
- E2 - Importance de la tradition orale (1) et des documents écrits, en particulier les notes de laboratoire et les autobiographies.(2,3,4,5,6,7)
- E3 - Importance accordée aux documents écrits.(3,4,5)
 - Les personnages de la science écrivent pour transmettre ce qu'ils ont fait.(1,2)
- E4 - Il faut parler du lieu où il vivait, puis de quel genre de personne il était... (3,2)
 - Comprendre sa vie puis ses idées et comment il a pu avoir ces idées-là.(4)
 - L'accent est mis sur les documents écrits.(5,6,7)
 - Importance du lieu de travail.(7)
- E5 - C'est intéressant d'entendre parler de certaines personnes et de certaines expériences.(4)
 - C'est par la transmission orale que nous sommes au courant de certains faits historiques.(1.2.3)
- E6 - Importance apportée aux documents écrits.(1,2,3)

2.7.2.3 La mise en forme des données

En général, la connaissance des faits historiques serait meilleure, selon la plupart des élèves, lorsqu'elle se base sur les documents écrits, particulièrement ceux réalisés par les scientifiques, qu'ils soient des autobiographies ou des notes de recherches. Ainsi, comme l'affirme E2, les scientifiques notent ce qu'ils font (2) et le fait d'"aller voir ce que le personnage lui-même a écrit... permet d'être...

plus près de ce qui s'est fait" (5). De plus, poursuit-il, "... il n'y a personne de mieux placé que le personnage lui-même qui a fait l'expérience pour renseigner sur cette expérience" (7). De même, selon E3, "c'est le personnage qui fait la découverte qui sait vraiment comment ça s'est passé" (4). Des idées analogues se retrouvent chez E1 et E4. Cette dernière est plus précise dans ses propos; "pour moi, dit-elle, il faut aussi parler où est-ce qu'il vivait, puis quel genre de personne il était (3,2)... comment il a pu avoir ces idées-là" (4).

Dans un autre ordre d'idées, l'élève E5 semble soutenir que, la plupart du temps, l'histoire des sciences se fait, en classe, de façon implicite. Ainsi, dans le cas des Curie, "ce n'est pas dans le programme dans le fond, mais on dit toujours quelque chose dessus".

2.7.3 Étude des réponses relatives au thème 2:

Le développement de la connaissance scientifique

2.7.3.1 La présentation des données

Élève 1

- 1) Puis il y a eu un autre qui a travaillé lui aussi sur l'atome, il a dit que c'est pas tout à fait ça puis il a ajouté des choses.
- 2) C'est sûr qu'il y a eu des rectifications.
- 3) L'évolution scientifique se fait très rapidement.
- 4) On dirait que la science va plus vite que les gens.
- 5) La science va vite et les gens ne suivent pas parce qu'il y a beaucoup de choses que les gens ne savent pas.
- 6) Pour nous autres, ça (les nouvelles découvertes) devient du connu.

Élève 2

- 1) Moi j'ai l'impression que ça s'améliore au gré de nos moyens. Plus on a de moyens, plus ça va.
- 2) Les moyens... le matériel aidant à améliorer la science... et puis les connaissances de la personne aussi.

- 3) C'est sûr que la science s'améliore parce qu'il y a des découvertes qui sont toujours faites.
- 4) Si le modèle de l'atome a pu être amélioré c'est parce que les moyens dont disposait Rutherford ne sont pas les mêmes que ceux qu'avait Bohr.
- 5) Avec les moyens qu'ils avaient, ils étaient incapables de déterminer avec précision ce qu'ils cherchaient.
- 6) Une amélioration c'est quelque chose qui... devient mieux, qui avance...

Élève 3

- 1) Plus l'homme avance, plus il peut... comment dire... aller dans le droit chemin...
- 2) Il reste toujours des mystères...
- 3) L'histoire des sciences c'est... la science, c'est des faits comme ça. Les recherches pour atteindre la perfection, pour être certain...
- 4) Il est entendu que c'est toujours pour préciser, pour améliorer...
- 5) Dans le fond, je pense qu'ils font des hypothèses... puis là, le gars lance une théorie puis tant qu'il n'y a pas un autre gars qui va expérimenter et qui va lancer une autre théorie qui va compléter la précédente ou probablement la démentir.
- 6) Quand il y a un autre gars qui va faire une expérimentation, il va dire... ben regarde... moi j'ai fait l'expérience, c'est pas ça que tu as trouvé, sinon il va approuver ce que l'autre a trouvé et il va l'améliorer.
- 7) Ça se déroule comme ça et ça continue aujourd'hui.

Élève 4

- 1) Premièrement, c'est par observation.
- 2) Puis ces personnes là ont trouvé ça en observant beaucoup.
- 3) C'est justement parce que plus on observe, plus on comprend...
- 4) Si un certain monsieur dit ce phénomène là, moi je l'explique comme ça... ben, il y a d'autres personnes qui regardent l'étude qu'il a faite... ils vont dire oui, mais il a oublié une telle chose qui

regarde... c'est pas correct puis ça... c'est changé.

- 5) Avec l'évolution de tout ça, tu viens quasiment à la vérité parce qu'on n'aura jamais le dessus sur la nature.
- 6) L'homme a toujours voulu tout savoir.

Élève 5

- 1) Souvent quand quelqu'un trouve quelque chose c'est pas forcément comme ça, point.
- 2) Après, quelqu'un en travaillant s'aperçoit que c'est pas tout à fait ça et il améliore...
- 3) Il essaie d'y ajouter des choses pour préciser, je pense que c'est comme ça...
- 4) Le développement pour pouvoir avancer.

Élève 6

- 1) Les personnes voulaient savoir c'était quoi et ont décidé de poursuivre leurs recherches dans ce domaine là... c'est ça qui a amené le commencement de la science et puis à chaque époque il y a eu d'autres personnes qui embarquaient et puis il y a eu de plus en plus de découvertes.
- 2) Ce changement est dû à une perfection des découvertes.
- 3) Les techniques avancent puis souvent les savants reprennent des expériences, des découvertes d'où certains savants avaient lâché... ils poussent les inventions plus loin avec les nouvelles techniques...
- 4) Je pense qu'elle (l'ancienne découverte) ne sera pas oubliée, on la prend comme base de départ puis on essaie de la perfectionner.

2.7.3.2 Le regroupement des données

D2: Développement de la connaissance scientifique:

- E1 - Le développement de la connaissance scientifique s'effectue par ajouts (1) et rectifications.(2)

- Son évolution est très rapide.(3)
- E2
- Il est lié aux possibilités des moyens techniques.(1,2,5)
 - C'est une amélioration de la science.(3,4)
- E3
- C'est une amélioration de la science (4,6) qui vise l'atteinte de la perfection, de la vérité.(3)
 - Le développement de la connaissance scientifique dépend des résultats des expériences que font les chercheurs.(5,6)
- E4
- Il dépend de l'observation des phénomènes.(1,2,3)
 - On peut atteindre la vérité.(5)
- E5
- C'est une amélioration de la science.(2)
 - Le développement de la connaissance scientifique s'effectue par ajouts de précisions.(3)
- E6
- Le développement de la connaissance scientifique est lié à la curiosité des savants.(1)
 - Il dépend du progrès technique.(3)
 - C'est un perfectionnement progressif de la science.(2,4)

2.7.3.3 La mise en forme des données

Pour la plupart des élèves, le développement de la connaissance scientifique est lié à la précision des moyens techniques. "Les savants poussent les inventions plus loin avec les nouvelles techniques..."(E6). Une autre élève (E2) affirme: "... j'ai l'impression que ça s'améliore au gré de nos moyens, plus on a de moyens, plus ça va" et, plus loin, "avec les moyens qu'ils avaient, ils étaient incapables de déterminer avec précision ce qu'ils cherchaient". Une vue semblable se retrouve chez E3 et E4.

Une autre idée semble revenir de manière également accentuée: la science permet une certaine "amélioration". Ainsi, si la science évolue "c'est toujours pour préciser, pour améliorer..." (E3) et, pour (E2),

"c'est sûr que la science s'améliore parce qu'il y a des découvertes qui sont toujours faites". Le scientifique "essaie d'ajouter des choses pour préciser..." (E5). Pour une autre, quelqu'un, en travaillant sur l'atome, "a dit que c'est pas tout à fait ça puis a ajouté des choses". Cette dernière est la seule pour qui "l'évolution scientifique se fait très rapidement..." et pour qui "c'est sûr qu'il y a eu des rectifications" (E1).

La troisième tendance générale est relative à l'idée de "perfectibilité" qui accompagne le développement de la connaissance scientifique. En effet, "ce changement est dû à une perfection des découvertes" (E6) et, pour (E3), si on fait de la recherche, c'est "pour atteindre la perfection, pour être certain... pour chercher la vérité surtout". Une autre élève est d'accord, "avec l'évolution de tout ça,", dit-elle, "tu viens quasiment à la vérité" (E4).

2.7.4 Étude des réponses relatives au thème 3:

La notion de découverte

2.7.4.1 La présentation des données

Élève 1

- 1) En chimie, on a vu des choses sur l'atome... il y a eu Thomson et tout ça...
- 2) Thomson a travaillé sur l'atome, il a déterminé la charge de l'électron.
- 3) Il y a eu un autre qui a lui aussi travaillé sur l'atome.
- 4) (La découverte) c'est une chose qui est là, qu'on n'a pas vu et qu'on vient de voir.
- 5) Il faut qu'il y ait quelqu'un capable d'y penser en premier.
- 6) La découverte des gènes... je crois que c'est... j'ai oublié son nom.
- 7) On en a parlé un peu en secondaire quatre, mais on n'a pas vu c'est qui, qui a découvert ça.

Élève 2

- 1) Si on prend l'exemple de l'atome, il y a eu d'abord Thomson qui a découvert qu'il y a deux masses qu'il faudrait... qu'il y avait deux charges qui formaient la matière...
- 2) Après ça, il y a eu Bohr qui a trouvé que la matière... que l'atome était formé d'un noyau et d'un nuage d'électrons... puis tout ça.
- 3) C'est l'expérience, il y a pas mal de bonhommes qui ont travaillé sur cette question, je crois que c'est Thomson qui a déclenché tout le processus.
- 4) Pour la gravité, je crois que c'est Newton... Il a dit que la terre tourne autour du soleil... Les corps tombent parce qu'ils sont attirés par la terre.
- 5) C'est une affaire que je trouve plate, c'est tout le temps une personne qui est nommée.
- 6) La découverte, ce n'est jamais UNE personne qui la fait, ça vient toujours à la suite de plusieurs efforts.
- 7) Finalement, moi je trouverai que Thomson, Rutherford, Bohr... ont formé une sorte d'équipe.
- 8) Ils ont formé une équipe sans le savoir.

Elève 3

- 1) La découverte de la pénicilline... je crois que c'est Fleming qui a découvert ça.
- 2) De façon générale, une découverte c'est un scientifique ou un scientifique qui trouve quelque chose pour... en général améliorer...
- 3) (Il y a toujours quelqu'un derrière une découverte) oui, comme Pasteur avec la pasteurisation.
- 4) La gravité... c'est Isaac Newton qui, à un moment donné... ben moi, j'ai toujours retenu qu'il y avait une pomme qui lui est tombée sur la tête... etc.
- 5) A un moment donné, ça a dû faire clic.
- 6) C'est qu'ils ont aidé les autres pour trouver d'autres choses...
- 7) Bon, ça c'est ça, je m'appelle Newton, j'ai découvert ça... ça, ce sont mes lois...

Élève 4

- 1) Il a pu penser à ça.
- 2) Il faut beaucoup des mouvements de la pensée.
- 3) Il faut avoir quelque chose dans la tête... c'est-à-dire que dans leur tête, l'expérience est quasiment faite.
- 4) Ils font seulement la preuve pour la vérifier... dans le fond, c'est dans la tête...
- 5) D'après moi, une découverte c'est quelque chose qui a toujours existé et qui existe toujours mais que l'esprit humain n'avait pas compris ou comprenait mais n'avait pas identifié.
- 6) Toutes les choses que l'esprit humain a découvert, comment ça marchait, ça existait c'est sûr...
- 7) En physique, là toutes les choses existaient et quand l'esprit humain a compris... puis par des lois ou par des affaires mathématiques on va expliquer ça, puis par des expériences...
- 8) Einstein ou n'importe qui ne peut pas être là du jour au lendemain puis Bang (!) j'ai inventé une formule.

Élève 5

- 1) Quand on suit un cours, on nous dit souvent que c'est tel bonhomme qui a fait telle chose...
- 2) Dans le développement de la science, (la découverte) c'est quelque chose qui vient d'être vue, quelque chose qu'on vient de voir.
- 3) (On arrive à une découverte) après beaucoup de recherches, quand un scientifique persiste dans sa recherche.
- 4) Celle de Millikan, par exemple, qui a découvert l'électron et sa charge.
- 5) La découverte de la gravité par Newton.
- 6) Ah ! Newton... ben la fameuse histoire de la pomme...
- 7) Il y a un développement parce qu'on découvre, on découvre, on découvre...

Élève 6

- 1) Une découverte... c'est quelque chose qui, au moment présent... une personne fait une découverte... dans l'antiquité il y a eu la découverte de la roue, c'est ça une découverte, c'est une chose nouvelle.
- 2) (On arrive à cette chose nouvelle) par des analyses, des recherches, des lectures ou par des recherches antécédentes.
- 3) On voit bien que les découvertes sont obtenues à partir de données d'autres recherches, souvent c'est à partir de ces choses là qu'on fait des découvertes...
- 4) On ne décide pas de faire une découverte, c'est en faisant des recherches que quelque chose surgit... un phénomène qui arrive par hasard...
- 5) Souvent c'est par hasard, une découverte c'est quelque chose qu'on n'attendait pas.
- 6) A l'improviste, par hasard... et c'est toujours à partir des recherches qui ont été déjà faites...
- 7) Il y a sûrement quelqu'un, un inventeur derrière une découverte... le cerveau d'un inventeur.
- 8) J'ai parlé des perceptions tantôt, il y a des personnes qui ont de la perception puis ils l'ont combinée avec celle d'autres inventeurs...

2.7.4.2 Le regroupement des données

D3: La découverte

- E1 - Dans le processus de la découverte, chacun a amené sa pierre dans l'édifice.(1,3)
 - La découverte est associée à la vision.(4)
 - La découverte est due à un individu.(2,5,6,7)
- E2 - La découverte n'est pas un processus individuel.(3,7,8)
 - Il n'est pas juste de rattacher le nom d'un chercheur à une découverte.(5,6)
- E3 - La découverte est une contribution à l'avancement de la science.(6)

- Derrière une découverte, il y a toujours un individu.
(1,2,3,4)
- E4 - C'est dans la tête du chercheur que le phénomène se passe.
(2,3,4)
- C'est l'identification de quelque chose qui existait déjà et que l'esprit humain n'a pas encore saisi.(5,7)
- E5 - La découverte résulte de la persistance des efforts du scientifique qui la fait.(1,3,4,5)
- E6 - Une découverte est obtenue à l'aide des recherches antérieures.(2.3.6)
- C'est un phénomène qui arrive par hasard et qui nécessite l'intervention du cerveau d'un inventeur.(4,5,7)

2.7.4.3 La mise en forme des données

Ce groupe met l'accent sur le fait que tout processus de découverte est relié à un individu. Ainsi, pour qu'il y ait découverte, "il faut qu'il y ait quelqu'un capable d'y penser en premier..." (E1) et, pour (E3), "la découverte c'est un scientifique ou un scientifique qui trouve quelque chose...". L'élève E2 ne semble pas être de cet avis; "la découverte, dit-elle, ce n'est jamais UNE personne qui la fait, ça vient toujours à la suite de plusieurs efforts", elle est un processus d'équipe; mais ses camarades ne sont pas d'accord; "il y a sûrement quelqu'un derrière une découverte... le cerveau d'un inventeur" (E6). Ce dernier va plus loin encore et affirme que la découverte, c'est "un phénomène qui arrive par hasard".

Chez E1 et E5, la découverte est associée à la vision (4,2); pour E4 et E1, la découverte ne fait que révéler quelque chose qui existait auparavant. "Une découverte c'est quelque chose qui a toujours existé et qui existe toujours mais que l'esprit humain n'avait pas compris..." (E4) et, pour une autre, "...c'est une chose qui est là, qu'on n'a pas vu et qu'on vient de voir". (E1)

2.7.5 Étude des réponses relatives au thème 4:

La notion d'erreur

2.7.5.1 La présentation des données

Élève 1

- 1) Il y a eu des erreurs de faites.
- 2) Un autre a travaillé sur l'atome et a dit que c'est pas tout à fait ça.
- 3) Il a vu qu'il y avait des choses qui n'étaient pas vraies dans ce que disait Thomson.
- 4) C'est sûr qu'il y a eu des rectifications des erreurs.
- 5) Je pense que (l'histoire des sciences) c'est bien important parce qu'il y a eu des erreurs de faites.

Élève 2

- 1) S'il y en (des erreurs) a eu, elles ne sont pas très mentionnées, moi en tout cas je n'en ai pas eu connaissance.
- 2) Évidemment s'il y a eu des erreurs, c'est à cause des moyens. Avec les moyens qu'ils avaient, ils étaient incapables de déterminer avec précision ce qu'ils cherchaient.
- 4) Des erreurs ! On ne peut quasiment pas les considérer comme des erreurs parce que en ce temps là c'était des moyens différents.
- 5) Je croirai que les personnes aiment ça qu'on ne parle pas du mauvais côté.. tu sais... on n'est pas habitué à parler du mauvais côté du monde.
- 6) Si Einstein a fait une gaffe dans sa vie, c'est pas la peine de la montrer... pour tout ce qu'il a fait de bien pour la science... on aime mieux montrer ce qu'il y a de bien que ce qu'il y a de mal...

3.7.5.1.3 Élève 3

- 1) Une autre théorie qui va compléter la précédente ou probablement la démentir.

- 2) Dans le temps, ils ont beaucoup... (hésitations) piétiné. Souvent ils n'étaient pas sur la bonne voie.
- 4) Ça s'est fait lentement, puis il fallait faire des expériences... se revérifier... se contre-vérifier.

Élève 4

- 1) Je trouve ça un peu dommage.
- 2) Ça serait bon de savoir par où certains personnages sont passés. Les erreurs qui ont pu être commises, si on le sait on va pas les refaire...
- 4) En chimie, on étudie des choses et il nous arrive d'entendre dire ça c'est pas vrai, ça a été démenti par un tel, mais on ne dit pas pourquoi.
- 5) Moi, je trouve que ça serait bon pour notre apprentissage mais pas aller jusqu'à trop parler négativement de celui qui a fait cette erreur.

Élève 6

- 1) L'erreur, je trouve c'est la chose la plus importante dont il faut parler.
- 2) Souvent, quand on fait un historique, on ne parle que des qualités de l'inventeur, on ne dit jamais rien des défauts, on sort surtout ce qu'il a fait de bien...
- 3) Au fond, c'est de l'histoire, et je ne pense pas qu'il soit bon de caler cette personne là...
- 4) Ce n'est pas que ça soit bon ou pas bon de parler des erreurs parce que, au fond, ça n'a pas beaucoup d'importance.

2.7.5.2 Le regroupement des données

D4: L'erreur

- E1
- En sciences, il existe des anomalies.(1,2,3)
 - Les erreurs font l'importance de l'histoire des sciences.
(4,5)

- E2 - L'erreur est due aux moyens techniques.(2,3,4)
 - Il est inutile de relater les erreurs.(5,6)
- E3 - L'erreur existe.(1,3,4)
 - Les savants ont souvent piétiné car ils n'étaient pas
 sur la bonne voie.(2,3)
- E5 - C'est dommage que l'erreur ne soit pas relatée.(1,4)
 - L'erreur est instructive.(2,3)
- E6 - Il est important de parler des erreurs.(1,2)
 - Au fond, cela n'a pas d'importance.(3,4)

2.7.5.3 La mise en forme des données

La question portant sur le rôle de l'erreur en Histoire des sciences a suscité des commentaires variés. Ainsi pour E2, "s'il y a eu des erreurs, c'est à cause des moyens... On ne peut quasiment pas les considérer comme des erreurs..." et, ajoute-t-il plus loin, "si Einstein a fait une gaffe dans sa vie, ce n'est pas la peine de la montrer... pour tout ce qu'il a fait de bien pour la science". Pour E6, parler des erreurs en histoire des sciences: "au fond, ça n'a pas d'importance". Cependant chez ce dernier, apparaît une certaine contradiction. En effet, après avoir fait de l'erreur une priorité pour l'histoire des sciences, il finit en rejetant l'importance de l'erreur.

Cette importance a été vivement soutenue par E1 et surtout par E5. Ce dernier avoue qu'il est "dommage" que les historiques des manuels de sciences fassent abstraction des erreurs qui ont pu être commises. Selon lui, l'erreur est instructive, "ça serait bon pour notre apprentissage" dit-il.

2.7.6 Étude des réponses relatives au thème 5: L'image du scientifique

2.7.6.1 La présentation des données

Élève 1

- 1) Les personnages qui veulent savoir pourquoi c'est comme ci, pourquoi c'est comme ça, c'est quoi qui se passe.
- 2) Avant tout, ce sont des gens très curieux.
- 3) Quant tu fais de la recherche, il faut que tu sois curieux.
- 4) Il y a des gens paresseux, ces personnages ne connaissent pas la paresse, ils sont là vingt-quatre heures sur vingt-quatre.
- 5) Ils sont entiers dans leur travail. Il ne sont pas en santé du tout parce qu'ils travaillent beaucoup.
- 6) Ils sont très absorbés par leurs recherches et ils pensent beaucoup.

Élève 2

- 1) J'ai l'impression que ce sont des personnages illustres.
- 2) Je ne me suis pas attardé à comment sont ces personnalités.
- 3) Illustres... ils ont pensé, c'est eux autres qui ont amené quelque chose de nouveau, quelque chose de plus... puis tout ça.
- 4) Dans mon cours de chimie, on a parlé de la constante de Planck, c'était la première fois que j'entendais parler de lui, c'était toujours Einstein, Einstein, Einstein.
- 5) Planck aussi est un grand personnage et son nom devrait figurer autant...
- 6) Ils devaient au moins être très consciencieux.
- 7) Oui, pour moi ce sont de grands génies parce qu'ils ont eu l'audace d'étudier ça.
- 8) Ils se sont posés des questions et ils ont pensé tandis que d'autres personnes n'y ont pas pensé... Ils y ont peut-être pensé mais pas assez longtemps pour y trouver des solutions.
- 9) Ça doit pas être des personnages très bâtis... très en forme, ça doit être surtout des penseurs, du monde qui se pose beaucoup de questions et qui essaie d'y amener des réponses.
- 10) Ils doivent certainement travailler davantage avec leur cerveau qu'avec leur physique.

Élève 3

- 1) Je pense que ce sont des outils, O.K.
- 2) Thomson, un bonhomme de vingt ans, il a réussi par chance à recréer l'atmosphère de l'univers.
- 2) Ce sont des outils qui aident justement au développement de la science... C'est ça.
- 4) Ce sont des hommes, bien entendu, qui ont une certaine chance, O.K., une bonne éducation scientifique, des bases solides, ils ont développé leurs techniques, ça a bien réussi, mais ce sont pas des dieux, pas des surhommes, ce sont des hommes bien ordinaires qui ont réussi.

Élève 4

- 1) Je trouve que c'est intéressant... je le trouve pas mal bon, le monsieur (Millikan), il a surmonté des difficultés qu'il a pu avoir et il a pu penser à ça.
- 2) Je les imagine comme des personnes qui vont toujours chercher plus loin.
- 3) Il connaissent leur matière sur le bout des doigts, puis ils savent de quoi ils parlent.
- 4) Ils savent sur quoi ils travaillent et sont surtout capables d'imaginer
- 5) Le travail de ces personnes ce n'est pas seulement mettre des produits dans des éprouvettes... (elle fait un geste pour indiquer la tête) il faut beaucoup de mouvements de la pensée...
- 6) Je trouve qu'il faut qu'ils pensent... premièrement, pour avoir l'idée de faire cette expérience là, il faut avoir un doute, puis aussi, avoir quelque chose dans la tête.
- 7) Super-intelligents et très curieux. Je ne sais pas... c'est peut-être héréditaire.
- 8) Premièrement, ils se sont intéressés puis ils ont eu le courage et la détermination de continuer.
- 9) Peut-être que d'autres personnes auraient pu trouver mais c'est sûr que ça prend des qualités déjà innées pour pouvoir assimiler ça.

Élève 5.

- 1) Ça dépend... mais souvent je les imagine dans un laboratoire bien sombre, un vieux barbu avec des petites lunettes, très curieux, qui cherche à savoir.
- 2) (Des génies?) je pense que oui.
- 3) Génie dans le sens de quelqu'un qui a une intelligence bien supérieure à la moyenne, des capacités de déductions élevées, qui réfléchit beaucoup...

Élève 6

- 1) Je crois que ces personnes là vivaient avec beaucoup de détermination, ils travaillaient beaucoup parce qu'ils aimaient ça...
- 2) Ces personnes-là, il faut qu'ils aient du goût.
- 3) Si on parle de ces grands inventeurs là, je pense qu'ils se sont beaucoup intéressés à la science...
- 4) Je pense que ce sont des personnes comme les autres.
- 5) Peut-être pas dans leur vie après l'adolescence... mais en général, ils doivent être moralement comme tout le monde.
- 6) Un joueur de hockey, un super star, je pense que ce gars là, sur le plan moral, il est égal aux autres joueurs et non-joueurs... il a des qualités et dans sa discipline comme le hockey, c'est une super étoile...
- 7) On peut comparer ça à un physicien qui, moralement, est égal aux autres, mais qui, dans sa spécialité, a des qualités.

2.7.6.2 Le regroupement des données

D5: Image du scientifique

- E1 - Ce sont des personnages très curieux qui travaillent vingt quatre heures sur vingt quatre.(1,2,3,4)
 - Ils pensent beaucoup et ne sont pas du tout en bonne santé.
 (5,6)
- E2 - Ce sont des personnages illustres, de grands génies.(1,3,7)

- Ils pensent beaucoup.(6,8,9)
 - Ils ne sont pas très bâtis.(9,10)
- E3 - Ce ne sont pas des surhommes, mais des hommes bien ordinaires.
(3,4)
- E4 - Ils connaissent leur domaine à fond (2,3) et sont doués
d'imagination, ils sont très curieux.(4)
- Ils sont super-intelligents (5,6,7) et possèdent des qualités
innées.(9)
- E5 - Ils sont très curieux, très intelligents.(1)
- Ce sont des génies.(2)
 - Ils sont dotés d'une capacité de déduction et de réflexion
élevée.(3)
- E6 - Ils travaillent avec goût et détermination.(1,2)
- Sur le plan moral, ils sont comme tout le monde.(4,5,6,7)

2.7.6.3 La mise en forme des données

Pour les élèves E1, E2, E4 et E5, l'homme de science célèbre se caractérise par sa grande curiosité et sa remarquable intelligence. Les personnages de ce genre ne "connaissent pas la paresse, ils sont là vingt-quatre heures sur vingt-quatre... ils sont très absorbés par leurs recherches et ils pensent beaucoup". Ils sont "de grands génies... des penseurs du monde..." affirme E2. S'ils sont très brillants, c'est seulement dans leur discipline, soutient E6. Cette opinion se retrouve aussi chez E3, selon lequel les personnages célèbres de la science ne sont ni "des dieux" ni des "surhommes" mais "des hommes bien ordinaires qui ont réussi". Mais l'idée qui fait du scientifique un génie est reprise par E5 pour qui un génie c'est "quelqu'un qui a une intelligence bien supérieure à la moyenne, des capacités de déductions élevées, qui réfléchit beaucoup". Pour l'élève E4, "c'est peut-être héréditaire... et... c'est sûr que ça prend des qualités innées".

2.7.7 Étude des réponses relatives au thème 6:
Le sens social de la science

2.7.7.1 La présentation des données

Élève 1

- 1) La science se répercute sur la société.
- 2) On ne peut pas se passer de la télévision... la télévision amène beaucoup de nouveau dans la société... l'ordinateur aussi.
- 3) Il y a bien longtemps que l'ordinateur est apparu... on le trouve partout... à la banque, à la maison, à l'école...
- 4) Les gens ne peuvent pas être comme avant l'invention de l'ordinateur.
- 5) Ils sont influencés par les inventions de la science et par les découvertes.

Élève 2

- 1) Plus on a de moyens, plus ça va.
- 2) Lorsque la science évolue, il y a de plus en plus de découvertes scientifiques et forcément... elles se répercutent sur la société.
- 3) Lorsque la télévision a été inventée, les gens ne vivaient pas comme aujourd'hui... avec les émissions, les films... on ne pense plus comme avant.
- 4) C'est sûr que cette invention a eu des répercussions sur les gens.
- 5) Une amélioration c'est quelque chose qui... devient mieux, qui avance...
- 6) Il y a de la recherche qui se fait... on pense toujours que ça va s'améliorer.

Élève 3

- 1) Je crois que l'homme a voulu toujours savoir O.K... savoir où il est... pourquoi telle chose est comme ça... pourquoi le soleil brille...
- 2) L'homme est toujours tenté de rechercher où... jusqu'à un certain point expérimenter.
- 3) A un certain moment, on disait n'importe quoi.

- 4) Grâce à la génétique, ils ont réussi à faire produire à cette cellule là de l'insuline... donc toujours à améliorer... épouvantable ça, c'est parfait, ça guérit les diabétiques...
- 5) Il est entendu que c'est toujours pour préciser, pour améliorer...
- 6) Grâce à la science qui a AMÉLIORÉ tout ça, on en trouve un peu partout et n'importe quand.
- 7) En général améliorer... comment je vais dire... améliorer le sort... notre sort justement.
- 8) Chercher à améliorer, chercher la vérité surtout.

Élève 4

- 1) Je trouve que ça a beaucoup de répercussions parce que juste avec les découvertes scientifiques, la société change.
- 2) Juste avec quelque chose de bien niaiseux, l'ordinateur... ça change le travail, ça change la société.
- 3) Dans le fond, on ne peut pas dire qu'on devient dépendant de la science... mais c'est sûr que la science se répercute sur la société...
- 4) C'est tous des chemins qui veulent se rendre à la vérité.

Élève 5

- 1) Le développement pour pouvoir avancer... pour que la société puisse avancer.
- 2) Le progrès de la science va entraîner le progrès de la société.
- 3) Le progrès de la science va pouvoir améliorer notre milieu de vie...
- 4) Oui, mais pas toujours, parce que des fois le progrès de la science n'entraîne pas un progrès social... regarde la cas de la bombe atomique...
- 5) Des fois le progrès scientifique est utilisé à des fins plus ou moins bonnes, mais souvent le progrès de la science comme tel entraîne un progrès dans la société.
- 6) A chaque fois qu'il y a découverte scientifique, ça fait toujours progresser... la société va avec.
- 7) On n'a pas le choix pour ne pas avancer... le niveau de vie aussi s'améliore.

- 8) Il y a certaines choses qui font que... pas que tu t'adaptes, mais que tu sois actuel...
- 9) La première découverte nous affecte encore et va toujours nous affecter.

2.7.7.2 Le regroupement des données

D5: Le sens social de la science

- E1
- La science se répercute sur la société.(2,5,6)
 - La télévision, l'ordinateur ont des influences sur la société.(3)
- E2
- Les découvertes scientifiques se répercutent sur la société.(2,4)
 - La télévision a changé les mentalités.(3)
- E3
- L'homme s'est toujours questionné sur les phénomènes naturels. (1,2)
 - Autrefois, on disait n'importe quoi alors que de nos jours on réussit des exploits.(3,4)
 - La science améliore notre sort (5,6,7) c'est une recherche de la vérité.(8)
- E4
- Les découvertes scientifiques ont des répercussions sur la société.(1,3)
 - L'ordinateur a changé la société.(2)
 - La science est une recherche de la vérité.(4)
- E5
- Le progrès scientifique entraîne le progrès social. (1,2,6)
 - Le progrès de la science améliore notre milieu de vie. (3,7)
 - Parfois, le progrès scientifique est utilisé à des fins plus ou moins bonnes.(4,5)

2.7.7.3 La mise en forme des données

La science ne semble pas être une activité sociale, "elle ne ferait que se répercuter sur la société" (E1, E2, E4). Il est généralement admis que ce sont les fruits de la technologie qui influencent le mode de vie et la mentalité. L'élève E3 est plus radical; selon lui, la science réalise des exploits, on peut même dire qu'elle a amélioré "notre sort". La science, poursuit-il, se propose de "chercher à améliorer, chercher la vérité surtout". Ce point de vue est aussi soutenu par une autre élève pour laquelle les chemins parcourus par la science "sont tous des chemins qui veulent se rendre à la vérité" (E4). Finalement, E5 sera le seul à émettre une réserve quant à l'utilisation de la science. En effet, d'après ce dernier, bien que le progrès scientifique entraîne souvent un progrès social, il faut reconnaître que "parfois" le progrès scientifique est mal utilisé.

2.7.8 Étude des réponses relatives au thème 7:

La notion de passé

2.7.8.1 La présentation des données

Élève 1

- 1) (Le passé) c'est une longue, longue, longue évolution.
- 2) Ça a commencé à un certain moment et ça continue encore.
- 3) Puis il y a eu des choses qui se sont passées, comme les inventions, les découvertes dont on a parlé tantôt.
- 4) L'expliquer ! c'est peut-être fort...
- 5) Les choses qui le constituent sont là, elles sont passées.
- 6) On peut pas... il suffit de les raconter... de raconter cette évolution au cours du temps.
- 7) Je crois que c'est ça.

Élève 4

- 1) Comment cette science était dans le temps.
- 2) Parce que la science a toujours été là... même avant qu'on arrive à la

connaître.

- 3) Nous, on ne fait que lui coller des chiffres.
- 4) La science a toujours existé en tant qu'entité elle-même.
- 5) Les civilisations se sont posées des questions et ont essayé d'y amener des réponses.
- 6) Le cheminement des civilisations, l'évolution de l'homme avec toutes les questions qu'elles se sont posées et les réponses qu'elles y ont amenées.

Élève 5

- 1) Pour moi, ça serait constitué par ce qui a été fait par la science.
- 2) On arrive à connaître ces croyances, ces résultats de la science par des recherches...
- 3) C'est par des recherches... mais pour nous autres, c'est souvent un complément du professeur quand il fait un cours.
- 4) L'expérience de Millikan c'est inévitable, parce que si on fait l'expérience, ben c'est comme ça.
- 5) Ça a été écrit, ça a été transmis, puis c'est important que ça soit transmis.
- 6) Dans l'intérêt de la science, ça a été gardé.
- 7) On pense justement que c'est important de connaître ce qui a été fait dans le passé.
- 8) (Le passé) c'est ce qui s'est fait avant que nous (...) on puisse y prendre part.
- 9) C'est ce qui s'est fait... c'est le développement des choses qui étaient inconnues... des choses qui ont été découvertes avant.
- 10) Si on prend le début et qu'on parte à zéro, il y a un développement parce qu'on découvre, on découvre, on découvre...

Élève 6

- 1) Le passé ! Pour moi, le passé c'est une idée que je me fais de ce qui a été fait en sciences...
- 2) Pour moi, le passé commence au point zéro, là où tout a commencé...
- 3) Je considère le passé comme infini.

- 4) Le passé c'est tout ce qui est avant aujourd'hui, c'est toute l'infinité qu'il y a avant aujourd'hui.
- 5) La seule façon dont on peut connaître le passé, c'est justement par les découvertes qui ont été faites... par le visuel.
- 6) Les découvertes qu'on peut faire sur la terre ne sont pas forcément des écritures, mais sont nécessaires. Ce sont des objets du passé et c'est comme ça qu'on connaît le passé...
- 7) C'est en découvrant le restant... comment vivait... Euh... des os d'animaux... toutes ces choses-là qui nous donnent une idée du passé.

2.7.8.2 Le regroupement des données

- E1
- C'est une très longue évolution.(1)
 - Les choses qui le constituent sont là.(5)
 - L'expliquer c'est trop fort, il suffit de le raconter.(4,6)
- E4
- Le passé existe parce que la science a toujours été là.(2,4)
 - Il est constitué par le cheminement des civilisations.(5,6)
 - Nous, on ne fait que lui coller des chiffres.(4)
- E5
- Le passé, c'est ce qui a été fait par la science, c'est le développement des choses qui ont été découvertes avant.(1,8,9)
 - En général, c'est par des recherches qu'on est arrivé à le connaître et dans le cas de l'élève, c'est grâce à l'enseignant.(2,3)
- E6
- Le passé est un infini, c'est une idée que je me fais de ce qui a été fait en sciences.(1,2,3)
 - C'est par le visuel, par les objets du passé qu'on arrive à connaître ce dernier.(5,6,7)

2.7.8.3 La mise en forme des données

Ce qui caractérise les réponses aux questions concernant la notion de passé, c'est leur hétérogénéité. Nous allons malgré tout tenter d'en faire

la mise en forme.

Tout d'abord, le passé est perçu par E1 comme étant "une (très) longue évolution". Pour E6, "c'est un infini... une idée que l'on se fait de ce qui a été fait en sciences". Si le passé nous est connu, c'est "parce que la science a toujours été là" (E4). Selon ce même élève, le passé serait constitué par "le cheminement des civilisations", et notre rôle à nous, c'est "de lui coller des chiffres" (des dates). La connaissance du passé est possible "grâce au visuel" c'est-à-dire "aux objets" qui le constituent (E6). Pour E5, c'est par "des recherches" qu'on peut connaître le passé tandis que pour un autre, c'est "grâce à l'enseignant" que l'élève peut connaître le passé.

2.8 Les apports de la pré-expérimentation

A ce stade de notre recherche, nous nous préoccupons plus particulièrement des difficultés d'ordre méthodologique que nous avons rencontrées. Avant tout, il faut signaler que, sur le plan administratif, le cadre général de notre recherche a été reçu chaleureusement et avec une grande ouverture d'esprit. Plusieurs enseignants se sont montrés très intéressés par le problème que nous nous posons et ils nous ont apporté une précieuse collaboration.

D'autre part, les entrevues ont duré en moyenne vingt minutes; nous pensons conserver cette moyenne. Lors des entrevues, nous avons eu à faire face à certaines contraintes. Du fait même que nous avons opté pour interviewer les élèves pendant les périodes de cours, l'entrevue se trouvait souvent bousculée par le son de la cloche; le changement de salle et le remue-ménage dans les couloirs gênaient les répondants. Nous essaierons de remédier à cette situation en réduisant le nombre d'élèves pris à l'intérieur d'une même période de cours et en évitant d'entamer une entrevue même si l'on dispose de quinze minutes avant la fin de la période. Cependant, comme nous voulons éviter la contamination des réponses, nous devons questionner un nombre restreint d'élèves dans l'établissement considéré. Autrement dit, il nous faudra faire notre expérimentation dans plusieurs établissements secondaires. La quinzaine d'élèves que nous

prévoyons interroger lors de l'expérimentation devra alors provenir de trois établissements secondaires différents.

Durant ces entrevues de pré-expérimentation, nous avons ressenti parfois chez l'élève une incompréhension en abordant certains thèmes. Il nous a alors semblé nécessaire de reformuler certaines questions. La première, qui est relative au sens social de la science, la plus délicate; nous la reformulerons comme suit: "Si on prend le cas de la lumière, on a dit tantôt que le concept de lumière a connu une certaine évolution au cours du temps. De même, le concept d'atome a lui aussi connu une certaine évolution. De façon générale, il y a une certaine évolution historique de la science. Quels rapports vois-tu entre l'évolution historique de la science et l'évolution sociale au cours du temps?"

Cette formulation nous permettra de mieux cerner les représentations que se font les élèves du sens social de la science. La question B, quant à elle, deviendra: "si tu avais la possibilité de faire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?"

Le fait de mettre le répondant dans la peau d'un historien présente plusieurs avantages; dont le principal est de nous permettre de relancer la discussion en cas de blocage. Cela pourra aussi nous aider à connaître le discours historique de l'élève, la perception qu'il a des documents historiques et de la façon dont ils sont présentés.

En outre, l'imprécision des réponses aux questions relatives aux thèmes de l'erreur et du passé étant plus prononcées que dans le cas des autres réponses, nous sommes incité à ne pas y prêter plus d'attention qu'il ne le faut. La plupart des élèves semblaient dire que ces questions ne méritent pas qu'on s'y attarde. C'est à l'incompatibilité qui existe entre la nature même de ces thèmes et le niveau secondaire que nous attribuons ces difficultés. Ainsi, nous ne porterons pas attention à ces deux thèmes lors de l'expérimentation, malgré l'importance qu'ils revêtent dans l'étude des représentations que pourraient se faire les élèves de l'histoire des sciences.

Par ailleurs, il est à remarquer que la méthode d'analyse que nous avons utilisée est assez fastidieuse, qu'elle demande énormément de temps et d'énergie. Cependant, elle nous semble bien adaptée aux questions de recherche que nous nous posons. Le tableau général que laissent entrevoir les différentes réponses des élèves nous rassure quant à l'utilisation de cette méthode et nous donne l'impression qu'une esquisse de réponse à nos deux questions de recherche est possible. Cet instrument nous est précieux pour le présent travail, et nous ne comptons donc nullement l'abandonner; cependant, nous ne dégagerons pas TOUTES les idées émises, pour un élève et une dimension donnés. Au cours de la présentation des données de l'expérimentation, nous ferons ressortir les idées principales et poursuivrons l'analyse des réponses en suivant la même démarche que lors de la pré-expérimentation. De plus, étant donné l'hétérogénéité des réponses et les interruptions qu'elles peuvent produire pour la lecture du texte, la présentation et le regroupement des données seront reproduits en annexe du présent travail.

CHAPITRE III

L'EXPÉRIMENTATION, LA PRÉSENTATION DES DONNÉES ET LEUR INTERPRÉTATION

Le présent chapitre est consacré à la description du déroulement de l'expérimentation, à la présentation et à l'analyse des données que nous avons recueillies lors de l'expérimentation. Rappelons que les entrevues que nous avons réalisées, s'articulaient autour de cinq thèmes principaux, soit:

- les documents et les faits historiques;
- le développement de la connaissance scientifique;
- la notion de la découverte;
- l'image du scientifique;
- et le sens social de la science.

Afin de reconstituer les différentes tendances qui caractérisent les représentations des personnes interrogées, nous avons procédé comme suit: dans un premier temps, nous avons dégagé de l'entrevue tous les énoncés relatifs au thème considéré. Ensuite, nous avons regroupé les idées émises par chaque élève et pour chaque dimension et nous les avons comparées entre elles en vue de dégager les tendances générales de l'ensemble des discours des personnes interrogées. Mais avant de passer à ces différentes étapes, nous allons décrire dans quel cadre s'est déroulée notre expérimentation.

3.1 Le déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée en trois étapes, du 15 avril au 30 mai 1985. Au cours de la première étape, nous avons interrogé six élèves d'une école secondaire de la ville de Sainte-Foy. Les entrevues individuelles se sont déroulées dans le bureau de l'apparitrice du laboratoire de chimie. Lors de la seconde étape, nous avons interrogé, à tour de rôle, cinq élèves d'une polyvalente de Loretteville, dans une salle de cours inoccupée. Enfin, la troisième étape nous a permis de rencontrer six autres élèves dans le laboratoire de physique d'une école secondaire du centre ville de Québec. Aucun événement spécial n'est venu perturber le déroulement des entrevues et les élèves se sont montrés de bons collaborateurs.

3.2 Étude des réponses relatives au thème 1:

Les documents et les faits historiques

Les principales questions posées pour l'exploration du thème 1 furent les suivantes:

"Avant le XVII^e siècle, l'observation quotidienne suggérait que la terre était fixe et que le soleil tournait autour de la terre. Plus tard, on a dit que c'était l'inverse; c'est la terre qui tourne autour du soleil. On peut citer Copernic, Galilée, Kepler etc... comme personnages qui ont contribué à ce changement de système.

- a) Ce sont là des faits historiques; c'est quoi l'histoire des sciences pour toi?
- b) Si tu avais la possibilité de faire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?"

3.2.1 La présentation des données

L'élève 1

Chez le premier élève, il ressort que faire de l'histoire des

sciences, c'est identifier les préoccupations du chercheur "les idées puis les faits" qui se sont passés, notamment par une recherche dans les encyclopédies. Toutefois, cette quête des faits, des idées est évoquée en soulignant l'importance du contexte de l'époque, du milieu dans lequel a œuvré le chercheur et, particulièrement, "des pensées qui dirigeaient l'ensemble".

L'élève 2

Selon cet élève, l'histoire des sciences est l'histoire de la façon par laquelle les gens ont "ouvert leurs esprits" aux questions. Celle-ci doit exposer les questions que l'on se pose sur les phénomènes encore inexplicables et sur l'évolution de la science, tout en la situant dans la civilisation considérée. De plus, l'histoire des sciences doit inclure l'histoire des idées qui ont contribué à la formation des chercheurs, celle des idées qu'ils ont eues et qu'ils ont transmises.

L'élève 3

Des idées émises par E3, ressort l'importance des documents écrits, notamment des notes de références que prennent les scientifiques au cours de leurs travaux. En outre, l'histoire des sciences n'aurait pas de raison d'exister si la science pouvait se constituer sans énigmes, sans problèmes. Ainsi, la première étape du discours historique consisterait à identifier le problème, source de nouvelles explications. Selon cet élève, faire de l'histoire des sciences, c'est "faire une échelle du temps avec les principales découvertes". Il semblerait alors que les hauts faits tiennent une place importante en histoire des sciences.

L'élève 4

La documentation écrite tient une place importante en histoire des sciences. Pour faire de celle-ci, il suffirait de faire une chronologie des principales découvertes et de leur évolution.

L'élève 5

Cette élève a apporté un élément nouveau par rapport aux autres élèves: la présence de la femme en histoire des sciences. Il faut reconnaître que son rôle est souvent négligé par les historiens des sciences. Pour faire un historique en sciences, il est souhaitable de retourner à la source et de remonter dans le temps, en décrivant l'évolution de la science et de la mentalité des gens. De plus, l'histoire des sciences "c'est l'histoire des personnages qui ont découvert des choses".

L'élève 6

Selon cette élève, l'histoire des sciences serait constituée des principales découvertes et des personnages qui les ont faites. Pour ce faire, les documents écrits sont d'un grand intérêt.

L'élève 7

D'après cette élève, "d'habitude, on connaît le nom du personnage, mais on ne connaît pas les démarches qu'il a suivies pour arriver à ce qu'il a trouvé..." L'histoire des sciences, c'est l'histoire des observations, des expériences, des pensées des personnages et de leurs découvertes.

L'élève 8

Celui-ci accorde de l'importance aux documents écrits. L'histoire des sciences devrait s'attarder sur les personnages qui ont fait des découvertes et dire comment la science "avance" d'un savant à un autre.

L'élève 9

Pour cet élève, si, au Moyen Age, on disait que la terre était le centre de l'univers c'est parce qu'on ne connaissait rien. Ce qui compose l'histoire des sciences ce sont les expériences, les observations et les

découvertes des chercheurs en sciences.

L'élève 10

Selon cette élève, l'histoire des sciences est constituée de toutes les découvertes qui ont été faites et des chercheurs qui en sont à l'origine. Faire de l'histoire des sciences, c'est dire en premier, ce qui a été découvert puis donner des dates et parler des savants.

L'élève 11

En histoire des sciences, il est souhaitable de s'informer en consultant la documentation écrite et parler de l'évolution de la science à travers les âges et de la façon de penser des "savants". D'après cet élève, l'histoire des sciences serait constituée des différentes découvertes qu'ont faites les différents savants comme Aristote, Pasteur, Newton, Darwin...

L'élève 12

Celui-ci soutient que l'histoire des sciences, est une chronologie des principales découvertes, des chercheurs qui en sont à l'origine et des conséquences qu'elles ont amenées.

L'élève 13

Pour cette élève, l'histoire des sciences est différente selon la discipline considérée. En physique, elle serait une histoire des expériences réalisées tandis que dans le cas de la chimie, il s'agirait, par exemple, de la découverte de l'atome. De même, dans le cas de la biologie, "ce serait l'histoire des rapports entre les hommes et la nature, des principales découvertes qui ont été faites".

L'élève 14

L'histoire des sciences, c'est l'histoire des expériences, des

"grandes" découvertes, des principaux chercheurs qui les ont faites et aussi de l'évolution de ces découvertes en fonction de la mentalité des gens.

L'élève 15

Selon cette élève, faire de l'histoire des sciences, c'est remonter le plus loin possible dans le temps puis décrire les principales découvertes et inventions, surtout celles qui nous touchent directement, comme la télévision, la machine à laver, l'ordinateur.

3.2.2 La mise en forme des données

Deux idées principales se dégagent, de façon générale, du discours des élèves: faire de l'histoire des sciences c'est faire l'histoire des principales découvertes et des principaux personnages qui les ont faites. C'est ainsi que pour cet élève, l'histoire des sciences "est constituée des principales découvertes qu'ont faites les différents savants comme Aristote, Pasteur... Newton, Darwin..." (E11) alors que pour un autre "ce sont les découvertes qui ont pu être faites" (E3). E6, qui nous a parlé de l'importance "des principales découvertes" et E15, selon lequel il est "important" de parler des "principales découvertes et des principales inventions" en histoire des sciences, partagent la même opinion.

Les élèves E5, E7, E8, E9 et E12, se tournent vers les personnages qui ont fait des découvertes. Ainsi, l'histoire des sciences "c'est l'histoire des personnages qui ont découvert des choses" (E5) et pour E8, même si on ne peut pas remonter très loin dans le passé, "on peut toujours dire... comment ça a avancé d'un savant à un autre". L'élève E7 apporte des précisions supplémentaires car, pour lui, il faut:

"parler surtout des expériences qui ont été faites, puis s'attarder aux personnages parce que, d'habitude, on connaît le nom du personnage, mais on ne connaît pas les démarches qu'il a suivies pour arriver à ce qu'il a trouvé, comment il a travaillé dans son laboratoire..."

Cependant, le discours de deux élèves semble se détacher de l'ensemble des discours exprimés. En effet, "si j'avais à faire un

historique en sciences", dit E1:

"Je commencerais par consulter les encyclopédies qui m'intéressent, je consulterais des livres, je chercherais des références... et si, par exemple, on prend une découverte qui a été faite par les Arabes... ça s'est découvert dans un certain milieu, il y avait des pensées qui dirigeaient l'ensemble..."

Nous remarquons là que le contexte commence à prendre de l'importance pour élaborer une l'histoire des sciences, et chez E2, cette importance se fait davantage sentir:

"L'histoire de la science, c'est l'histoire de la formation de ces gens-là (les savants), l'histoire des idées qui ont conduit à former ces gens-là, l'histoire des idées qu'ont eues ces gens-là et celle des idées qu'ils ont transmises...
(Si j'avais à faire de l'histoire des sciences) je la (la science) situerais dans la civilisation puis dans la façon de penser des gens, puis je me rendrais jusqu'à aujourd'hui, avec toutes les étapes qui se sont passées, en utilisant le plus possible d'éléments, c'est ça qui serait le "fun" de la science".

Par ailleurs, pour illustrer le discours historique, nous remarquons l'utilisation d'anecdotes, particulièrement celle relative à la pomme de Newton; on pourrait citer le discours de E6, E7, E8 et E11, à titre d'exemple.

3.2.3 Synthèse et interprétation

Caractéristiques principales	Élèves
- L'histoire des sciences est l'histoire de l'évolution des idées.	E2, E11
- L'histoire des sciences est l'histoire des hauts faits à travers: a) les principales découvertes; b) les principaux personnages; c) les anecdotes.	E3, E4, E6, E10, E11, E13, E14, E15 E5, E7, E8, E9, E12 E6, E7, E8, E10, E11, E14
- Le contexte production est important dans l'explication historiographique.	E1, E2
- La consultation de plusieurs documents variés (encyclopédies, notes de laboratoires...) est un instrument privilégié dans l'élaboration de l'histoire des sciences.	E4, E6, E8

Tableau 1 - Tableau de synthèse: thème 1

Le tableau 1, synthèse des trois étapes précédentes, montre que ce sont les hauts faits qui retiennent l'attention de la majorité des élèves. Ainsi, l'histoire des sciences n'aurait pas de raison d'être s'il n'y avait pas de personnages qui se distinguaient à l'intérieur de la communauté scientifique. La science normale, au sens que lui confère Kuhn, ne fait pas l'objet de conceptualisation par les élèves. En outre, six élèves ont tenu un discours de type narratif; donnons à titre d'exemple celui de cette élève pour laquelle "au début (dans le cas de l'algèbre) les gens ont commencé à compter sur leur doigts puis après ça des gens ont amené de

nouvelles idées" (E5) ou de cet autre étudiant pour lequel: "c'est à partir d'un hasard comme ça... il a reçu une pomme sur la tête puis il (Newton) a dit pourquoi elle n'est pas montée au ciel, puis c'est ça, il a décidé de savoir pourquoi, puis il a fait des recherches". (E8)

Ce genre de discours, ainsi que le fait d'insister sur les hauts faits de la science, nous permettent de rapprocher la conception des élèves des idées véhiculées dans l'historiographie de type événementiel. L'utilisation du document que prônent certains élèves, bien que nuanciant notre affirmation, ne l'infirmes cependant pas. D'une part, parce que peu d'élèves ont mis l'accent sur l'importance de cette utilisation et, d'autre part parce qu'il n'est pas fait mention de la nécessité d'une appréhension critique de ces documents. Par ailleurs nous avons été étonné de constater que certains élèves (E5, E7, E10 par exemple) affirment que si un savant donné avait vécu deux siècles plus tôt ou plus tard, il serait resté le même personnage et il aurait quand même fait une découverte. Ceci dénote une certaine ignorance du rôle constitutif du contexte social dans la production des connaissances scientifiques. Seulement E1 et E2, tiennent compte du contexte social dans lequel se développe la science. Ces deux derniers ont une conception davantage globale de ce qu'est ou pourrait être l'histoire des sciences.

3.3 Étude des réponses relatives au thème 2:

Le développement de la connaissance scientifique.

La principale question posée pour l'exploitation du thème 2 fut la suivante:

Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque que vers le XVIII^{ème} siècle, on appliquait le principe de la propagation rectiligne de la lumière. Plus tard, au XVIII^{ème} siècle, on a dit que la lumière était une onde. Autrement dit, le savoir scientifique changerait au cours du temps. Comment se fait ce changement?

3.3.1 La présentation des données

L'élève 1

Cet élève soutient que lorsqu'une théorie ne correspond plus aux faits observés, on essaie de trouver une théorie qui cadre mieux avec les résultats expérimentaux. La nouvelle théorie convient parfaitement à tout et elle élargit l'ancienne. C'est le cas de la relativité par rapport à la mécanique classique.

L'élève 2

Le changement de la connaissance scientifique est dû aux remises en question de ce qui est tenu pour des évidences; Galilée, par exemple, a remis en question le fait que "plus un objet est lourd, plus vite il tombe" puis, en reconsidérant cette idée sous un nouvel angle, il est arrivé à démontrer le contraire. En général, on se sert des connaissances antérieures pour améliorer et compléter la nouvelle connaissance. Souvent, l'ancienne théorie resta valable et son grand mérite est d'avoir contribué à l'évolution de la pensée, car elle a favorisé le processus de remise en question. Combiné à l'évolution des outils de la science, ce processus constitue le moteur du développement de la connaissance scientifique.

L'élève 3

La lumière a été conçue différemment suivant les époques parce que la précision du matériel a été améliorée. Après une découverte, le chercheur compare la nouvelle explication à l'ancienne; il en résulte une amélioration de l'explication antérieure du phénomène.

L'élève 4

Le développement de la connaissance scientifique est lié à la précision du matériel. En outre, dit E4, "plus on sait de choses, plus on peut en trouver... plus on peut en trouver, plus on en sait, ça augmente au carré".

L'élève 5

Le développement de la connaissance scientifique dépend des expériences que les hommes et les femmes scientifiques font. Il est aussi lié à la façon de penser des gens. Par ailleurs, à l'aide d'un matériel de plus en plus précis, on aboutit à de nouvelles explications qui complètent les précédentes.

L'élève 6

Si les explications du concept de lumière ont été changées, c'est à cause du "perfectionnement" de nos connaissances et de la précision du matériel utilisé. La nouvelle théorie ne contredit pas la précédente, elle en prend des éléments et la complète.

L'élève 7

Selon cette élève, le développement de la connaissance scientifique dépend de l'évolution du matériel utilisé. Les chercheurs vérifient les théories et lorsqu'une énigme se présente, cela peut amener une autre théorie. C'est ainsi que les connaissances "s'élargissent", la science et les idées évoluent.

L'élève 8

Dans l'ancienne explication, il y a toujours des choses bonnes que l'on garde et que l'on complète et à la nouvelle, il se présente toujours des difficultés auxquelles il faut trouver des explications, à l'aide d'expériences.

L'élève 9

Les nouvelles méthodes de calcul et les nouvelles techniques favorisent l'avancement de la science. C'est en faisant une synthèse des explications précédentes et en essayant d'y "ajouter" de nouvelles

connaissances qu'on aboutit à de nouvelles explications.

L'élève 10

Le développement de la connaissance scientifique est une élimination d'erreurs afin de trouver la vraie théorie. Après quelques changements dans l'ancienne théorie, on en garde "ce qui est bon" pour en faire une nouvelle.

L'élève 11

Avec le temps, les idées évoluent et plus on a d'idées qui peuvent être réfutées, plus on a de nouvelles hypothèses. Ce sont les preuves rigoureuses qui arrivent à imposer la nouvelle explication.

L'élève 12

La précision des instruments conditionne le développement de la connaissance scientifique. L'ancienne explication est gardée pour montrer comment les gens pensaient.

L'élève 13

D'après cette élève, le développement de la connaissance scientifique dépend des moyens et de la perfection du matériel dont on dispose. Avec le temps, l'ancienne explication risque d'être oubliée, mais souvent, elle est améliorée.

L'élève 14

Dès qu'une théorie présente tombe en défaut, on commence à faire de nouvelles expériences, ce qui peut aboutir à de nouveaux résultats. Dans ce cas, on va enlever certaines choses de l'ancienne théorie et on va en ajouter d'autres pour obtenir une nouvelle.

L'élève 15

Selon E15, il faut distinguer les cas; la nouvelle théorie peut aussi bien compléter la précédente que la contredire. La théorie d'Einstein, par exemple, contredit certaines lois de Newton mais elle la complète aussi. Dans le cas de la génération spontanée, Pasteur a persévéré jusqu'à ce que cette théorie ait été rejetée.

L'élève 16

Le développement de la connaissance scientifique dépend de la précision du matériel utilisé. Les anciennes explications restent vraies mais elles sont à compléter continuellement.

3.3.2 La mise en forme des données

Pour la majorité des élèves, le développement de la connaissance scientifique dépend de la précision du matériel utilisé. Ainsi, si la lumière n'a pas été considérée comme une onde électromagnétique, c'est parce qu'"on n'avait pas tous les outils nécessaires..." (E5) et pour une autre, "plus on rapetisse, plus on trouve; plus on cherche loin dans le petit, plus on voit des choses et plus il y a de matériel précis, plus il y a de changements" (E16). Des idées semblables se retrouvent chez E13 pour qui "découvrir de plus en plus de choses" tient du matériel devenu "très perfectionné"..... Il en est de même pour E12 selon qui "plus la science avance" moins les instruments sont "rudimentaires". Pour deux autres élèves, le développement de la connaissance scientifique est plutôt lié aux nouvelles méthodes de calcul; ainsi, il faut reconnaître que, dans le développement de la connaissance scientifique, "les méthodes de calcul changent... et deviennent de plus en plus rapides". A signaler aussi l'intervention de l'erreur dans l'élaboration des nouvelles connaissances scientifiques, comme nous le fait remarquer cet élève qui soutient qu'"on fait de nouveaux essais, de nouvelles expériences et on trouve une nouvelle théorie puis après ça, quelqu'un trouve une nouvelle erreur, essaie une nouvelle expérience et ça recommence jusqu'à ce que ça soit la vraie théorie" (E10).

Une autre tendance générale consiste à affirmer que la nouvelle connaissance complète, améliore, élargit la précédente. C'est ainsi que, pour le premier élève interrogé, "la nouvelle théorie convient parfaitement à tout... elle élargit l'ancienne" et que, pour le dernier interrogé, "la plupart des anciennes explications restent vraies mais elles ne sont pas complètes; c'est à partir de ces premières explications qu'on arrive aux autres, en les complétant continuellement (E16). Nous avons remarqué que sur les dix sept élèves interrogés, huit ont utilisé le verbe "compléter", trois autres ont employé le verbe "améliorer" et trois autres le verbe "élargir", trois termes qui présupposent l'idée de continuité. Pour trois autres élèves, c'est "l'évolution des idées" qui est à la base des nouvelles explications (E2, E5, E11) alors que pour un autre, il faut bien distinguer les cas; parfois la nouvelle explication complète la précédente, "des fois elle la contredit" (E15).

3.3.3 Synthèse et interprétation

Caractéristiques principales	Elèves
- Le développement de la connaissance scientifique est cumulatif, continu.	E3, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E13 E14, E16.
- Le développement de la connaissance scientifique est lié à l'évolution des idées.	E2, E5, E11.
- Le développement de la connaissance scientifique peut évoluer par rupture, les nouveaux faits amènent de nouvelles explications.	E1, E2, E15.
- Le développement de la connaissance scientifique dépend de la précision du matériel utilisé.	E2, E3, E4, E5, E6, E7, E9, E12, E13, E16.
- Le développement de la connaissance scientifique dépend des nouvelles méthodes de calcul.	E9, E13.
- Le développement de la connaissance scientifique est une élimination d'erreur.	E10, E15.

Tableau 2 - Tableau de synthèse: thème 2

Deux idées principales ressortent, à première vue, de ce tableau. En premier lieu, pour la majorité des élèves, une nouvelle explication complète la précédente; en second lieu, le développement de la connaissance scientifique est tributaire, dans une large mesure, de la précision du matériel utilisé.

La première idée s'inscrit dans une perspective dite cumulative du développement du savoir scientifique, et, à ce titre, rejoint la conception événementielle de l'histoire des sciences. Cependant, pour deux élèves, les nouvelles explications sont dues à l'apparition de "nouveaux faits expérimentaux" ou, en langage khunien, a des anomalies. Remarquons également que trois répondants ont signalé que l'évolution des idées est à la base des nouvelles explications; pour deux autres, le développement de la connaissance scientifique est lié de près au développement des méthodes mathématiques alors que pour E10 et E15, le moteur de ce développement c'est l'erreur, c'est-à-dire que:

"On fait des calculs et, dans la réalité, on s'aperçoit qu'il y a une erreur quelque part puis, après ça, il y a quelqu'un qui va penser et avoir une idée... Si la lumière est constituée de particules, on fait de nouveaux essais, de nouvelles expériences et on trouve une nouvelle théorie puis, après ça, quelqu'un trouve une nouvelle erreur, essaie une nouvelle expérience et ça recommence jusqu'à ce que ce soit la vraie théorie.

Nous retrouvons là le rôle primordial joué par l'erreur dans le l'expansion de la connaissance scientifique au cours des temps, selon les conceptions du deuxième et du troisième types d'histoire des sciences. La deuxième tendance qui nous semble caractériser le discours de la majorité des élèves se manifeste par la liaison étroite qu'ils font entre le développement de la connaissance scientifique et la précision du matériel utilisé. Bien sûr, étant donné que la précision du matériel va en s'affinant, on devine facilement dans quel sens évolue la "dynamique" du savoir scientifique. Nous n'irons pas jusqu'à dire que c'est le mythe du progrès que nous retrouvons ici, mais, cette idée, pensons-nous, rejoint les idées véhiculées par l'historiographie de type événementiel; c'est cela qui nous a incité à commencer notre synthèse en dégagant l'aspect cumulatif du développement de la connaissance scientifique, d'autant plus que seulement UN élève (E15) a précisé que la nouvelle explication peut aussi bien compléter la précédente que la contredire.

3.4 Étude des réponses relatives au thème 3: la découverte

La principale question que nous avons posée pour exploiter le thème de la découverte est la suivante: "l'évolution du savoir scientifique est

marquée par des découvertes. C'est quoi pour toi une découverte?"

3.4.1 La présentation des données

L'élève 1

En essayant de comprendre ce qui l'entoure, le scientifique trouve parfois quelque chose, pas nécessairement ce qu'il cherchait. Les découvertes sont ainsi fréquemment effectuées par hasard, le chercheur ne s'attendait pas à ce qu'il a trouvé.

L'élève 2

De toute façon, les individus qui ont fait des découvertes ont certainement été à l'université où ils ont eu des interactions multiples. Cette situation d'ouverture leur a fait se poser des questions et, un jour, l'idée est venue. Dans cette ligne, ce n'est donc pas à l'individu qu'on doit la découverte, mais bien au milieu dans lequel il a évolué.

L'élève 3

C'est en se posant des questions que personne ne s'est jamais posé et en faisant des expériences qu'on aboutit à la solution d'un problème c'est-à-dire à une découverte. En faisant des comparaisons avec ce qui a été dit auparavant, l'individu s'aperçoit de la nouveauté de ses conclusions.

L'élève 4

C'est en faisant des expériences, des déductions et des calculs mathématiques que le chercheur aboutit à une découverte.

L'élève 5

Selon E5, la recherche se fait dans tous les domaines de la science, et lorsqu'un chercheur se trouve en présence de quelque chose de nouveau,

on peut dire qu'il a fait une découverte. Celle-ci dépend de ce que "la personne" veut aller chercher, du matériel dont cette personne dispose et surtout de tout ce qui a été établi auparavant. De plus, la découverte nécessite beaucoup de temps; c'est une réponse à un problème.

L'élève 7

Lorsque le chercheur travaille, il peut aboutir à une découverte; ceci dépend de l'évolution de la science et de l'appareillage dont il dispose, car plus la science évolue, plus le chercheur a d'idées.

L'élève 8

La découverte dépend de ce qui a été établi auparavant; c'est un processus individuel et, parfois, le personnage en question y arrive par hasard.

L'élève 10

La découverte résulte des recherches et des expériences que le scientifique en question fait; elle est l'oeuvre d'un seul personnage et elle dépend de ce qui a été trouvé auparavant.

L'élève 11

D'après E11, une découverte c'est quelque chose d'inédit, que personne n'a encore pensé, quelque chose qui arrive un peu par hasard mais qui demande beaucoup de travail. C'est en faisant des observations, des hypothèses et des expériences que les scientifiques aboutissent à une découverte; mais il faut d'abord avoir une idée avant de commencer à travailler.

L'élève 13

La découverte est un processus d'équipe; elle dépend des moyens techniques dont on dispose.

L'élève 14

La découverte serait un processus individuel. On ne décide pas de faire une découverte, mais il est certain qu'il faut faire des expériences auparavant; celle-ci serait fruit du hasard, "un clic de génie".

L'élève 15

D'après cette élève, c'est en faisant des observations, en émettant des hypothèses et en faisant des vérifications qu'on peut arriver à une découverte. Celle-ci est définie comme étant "quelque chose de nouveau, qu'on trouve... par hasard".

L'élève 16

La découverte résulte d'observations et de calculs; elle serait due à un seul individu.

L'élève 17

La découverte est un processus individuel qui résulte d'expériences multiples.

3.4.2 La mise en forme des données

Pour plus de la moitié des élèves interrogés, la découverte dépend de ce qui a été établi auparavant; c'est un processus individuel. Ainsi, "dans toutes les découvertes, il y a quelqu'un qui cherche..." (E3) et pour un autre "une découverte, c'est quand quelqu'un trouve quelque chose qui n'était pas encore trouvé..." (E14). Pour beaucoup, également, la découverte résulterait de l'expérience et des calculs mathématiques. De plus, nous remarquons qu'un élève sur trois, estime importante la part du hasard dans le processus de découverte. Ainsi, nous dit E14 "c'est un coup de chance, ça arrive sur la chance... un clic de génie...", et, pour E11, une découverte "c'est quelque chose d'inédit, que personne n'a encore

pensé... quelque chose qui vient un peu par hasard, mais qui demande beaucoup de travail". Selon un autre, "des découvertes sont trouvées par hasard, le chercheur ne s'attendait pas à ce qu'il a trouvé" (E1), et, pour E9, "ça serait toujours à l'aide des découvertes précédentes et ça serait par pur hasard..."

Par ailleurs, pour deux élèves, la découverte résulte d'un travail d'équipe; pour E13 par exemple, "c'est par des recherches, des expériences, une "gang", tous ensemble travaillent puis on arrive à une découverte". Pour un autre élève, on ne peut attribuer une découverte à des individus en particulier car "de toutes les façons, ils ont été à l'université, ils ont connu des gens puis tous ces gens là avaient une interaction avec eux et un jour, il a eu l'idée de penser à cette chose là" (E2).

En outre, comme nous l'avons constaté pour la première dimension, la plupart des élèves ont utilisé l'anecdote pour illustrer le processus de découverte. Pour E10, par exemple, "(Newton) a découvert la théorie de la gravitation en recevant une pomme sur la tête..." et pour un autre "(Newton) a vu une pomme tomber puis il a déduit la force de la gravité. Il a dit pourquoi la terre est ronde et pourquoi on reste dessus" (E16).

3.4.3 Synthèse et interprétation

Caractéristiques principales	Élèves
- La découverte est fruit du hasard.	E1, E8, E9, E11, E14, E15.
- La découverte dépend de ce qui a été trouvé auparavant.	E5, E8.
- La découverte résulte de l'expérience et de calculs mathématiques.	E3, E4, E7, E10, E13, E15, E16, E17.
- La découverte est un processus individuel.	E1, E3, E4, E5, E7, E8, E10, E14, E16, E17.
- La découverte est un processus d'équipe.	E11, E13.
- La découverte est un processus social.	E2.

Tableau 3 - Tableau de synthèse: thème 3

Il ressort de ce tableau de synthèse que, sur les dix-sept élèves interrogés, dix pensent que le processus de découverte est un processus individuel. Pour six élèves, la découverte est un fruit du hasard, alors que pour six autres, elle résulterait aussi bien des possibilités théoriques (mathématiques) que des possibilités pratiques (expérience). Il semble que, de l'avis de la majorité des élèves, le contexte socio-historique n'a pas de contribution à apporter dans le processus de la découverte. Comme nous l'avons signalé dans le paragraphe précédent, l'anecdote est utilisée fréquemment dans le discours des élèves. D'autre

part, pour quatre d'entre eux (E7, E9, E10 et E13) "quelqu'un" qui a une découverte à son actif, aurait trouvé quelque chose même s'il avait vécu dans un autre contexte socio-historique. Ainsi, la découverte devient "une sorte de fatalité" pour certains personnages. Cette fois encore, E2 met l'accent sur le rôle des interactions, aussi bien en milieu universitaire qu'en milieu non universitaire, dans le processus de découverte, conception qui se rapprocherait davantage de celle de l'histoire globale.

Enfin, pour deux étudiants (E11 et E13), la découverte résulte d'un travail d'équipe tandis que deux autres (E5 et E8) mettent en relief le rôle des précurseurs: "la découverte dépend de ce qui a été trouvé auparavant", dit l'un d'eux. Rappelons que ce problème a été soulevé par des historiens comme Alexandre Koyré, ce qui nous incite à rapprocher la conception de la découverte de ces deux étudiants de celle de l'histoire des idées.

3.5 Études des réponses relatives au thème 5:

L'image du scientifique

La principale question posée pour l'exploitation du thème 4 est la suivante:

"Dans l'enseignement des sciences, on cite souvent des noms comme Newton, Darwin, Einstein, Fresnel, Lavoisier, Mendel, Mendeleïev etc... Comment tu t'imagines ces personnages?"

3.5.1 La présentation des données

L'élève 1

Pour cet élève, la plupart des scientifiques ont un caractère spécial; ils ont beaucoup d'expérience, de connaissances et de courage. Ils sont polyvalents et se distinguent par leur talent, leur intuition et leur goût d'apprendre.

L'élève 2

D'après la formation qu'il a reçue à l'école, ce sont de grands scientifiques, mais d'après ses lectures personnelles, ce sont tout simplement des gens ordinaires, des gens comme tout le monde. Ce sont des gens qui ont pris le temps de s'arrêter, de regarder autour d'eux et de se poser des questions auxquelles les autres n'avaient pas pensé. C'est comme cela qu'ils se sont distingués en sciences.

L'élève 3

Les personnages de la science qui portent un nom célèbre sont sérieux, très appliqués et penseurs. Ils ont dû travailler beaucoup et, sont dotés d'un quotient intellectuel élevé.

L'élève 4

C'est une personne normale mais inhabituelle, moins portée vers le travail manuel. Les personnages de ce genre se caractérisent par leur intelligence et leur grande curiosité.

L'élève 5

Ces personnages sont toujours en train d'étudier et ont dû passer une grande partie de leur vie à faire des recherches. Ils se sont posé des questions, puis ont trouvé des réponses. Ils devaient avoir un quotient intellectuel élevé.

L'élève 6

Dans leur manière de penser, ils se ressemblaient parce qu'ils faisaient des découvertes. Ils devaient être très intéressés, super intelligents, très doués et assez curieux.

L'élève 7

A leur époque, la plupart d'entre eux passaient pour des fous parce qu'ils réfléchissaient à des choses auxquelles les autres n'avaient pas pensé. Newton, par exemple, était supérieur aux autres en cosmologie, il était en avance et plus intelligent que les autres. Ces personnages ont une méthode stricte; ce sont de grands penseurs et ils ne devaient pas avoir le même rythme de vie que les autres.

L'élève 9

Les personnages célèbres de la science sont des passionnés de l'abstrait, des gens qui ne dorment pas beaucoup, avec des cheveux bizarres, des horaires irréguliers. Leurs repas sont à des heures "loin d'être fixes" et quand ils ont une idée, ils l'essaient même s'ils étaient sur le point de se coucher.

L'élève 10

Ce sont de grands savants, avec des cheveux gris, des lunettes et qui font beaucoup d'expériences. Ils sont très intelligents, très ambitieux et quand ils ont une idée, la nuit comme le jour, ils continuent à faire leurs expériences jusqu'à ce qu'ils trouvent.

L'élève 11

Ils sont du genre barbu, installés derrière un bureau, entourés d'éprouvettes et avec des bouchons dans les oreilles. Ce sont des génies, c'est-à-dire des personnes qui ne parlent pas beaucoup; ils sont tout le temps pressés et constamment occupés; ils ont toujours le nez dans leurs livres, et veulent toujours en savoir plus.

L'élève 12

Les personnages célèbres de la science sont calmes, très précis et vivent isolés du monde. Sur le plan intellectuel, ce sont des personnes supérieures à tout le reste de la population. Pour pouvoir prouver quelque chose en sciences, comme l'a fait Einstein dans le cas de la gravité (sic), il faut être un bosseur.

L'élève 13

Ils sont sérieux, intelligents, liés à leur devoir et aiment aller de l'avant. Ils sont très calés dans leur matière et travaillent dur.

L'élève 14

Ce sont des personnes qui rêvent pas mal; Newton ou Einstein, par exemple, ont été traités de fous lorsqu'ils ont sorti leurs théories. Ce n'est qu'après plusieurs études qu'ils ont réussi à convaincre les autres.

L'élève 15

Ce sont des gens qui adorent ce qu'ils font, des passionnés de la science, des travailleurs acharnés. Ils sont doués d'une grande persévérance et cette qualité est innée.

L'élève 16

Ça ne doit pas être des gens bien sportifs, bien "bâtis", car ils travaillent beaucoup. La plupart d'entre eux sont brillants, poussent très loin leurs raisonnements et sont dotés d'un esprit développé.

L'élève 17

Les personnages célèbres de la science sont de grands hommes, dotés d'un très bon sens d'observation et d'une intelligence bien au-dessus de la moyenne.

3.5.2 La mise en forme des données

Pour la plupart des élèves, le scientifique célèbre serait caractérisé par une brillante intelligence et un quotient intellectuel élevé. Ainsi, déclare E17, "je les imagine comme des personnages qui ont un très bon sens d'observation, une intelligence bien au-dessus de la moyenne"; d'autres affirment qu'"ils devaient avoir un quotient intellectuel élevé..." (E5), qu'ils "doivent avoir un quotient intellectuel élevé, pas comme celui de nous autres..." (E3) ou qu'"ils devaient être super-intelligents, très doués et assez curieux" (E15).

Un autre groupe d'élèves met l'accent sur le travail considérable dont sont capables ces personnages. C'est ainsi que "pour trouver des affaires de même, premièrement ça prend quelqu'un qui bosse... il faut être très intelligent..." (E13); pour une autre, "pour trouver quelque chose comme ça, il faut qu'il ait vraiment cherché et passé beaucoup de nuits" (E15). La somme de travail fourni semble, pour certains, avoir des conséquences sur la santé physique de ces personnages puisque "ça ne devait pas être des gens bien-bien sportifs, bien bâtis... ils travaillaient beaucoup et passaient tout le temps à chercher..." (E16). D'autre part, ce genre de personnages sortirait de l'ordinaire, comme le souligne E9: "je les imagine comme des passionnés de l'abstrait, des gens qui ne dorment pas beaucoup, avec des cheveux bizarres, des horaires irréguliers...". L'élève E4, sur ce point, fait quelques nuances: pour lui, le scientifique "c'est une personne normale, sauf qu'elle est inhabituelle, moins portée vers le travail manuel, c'est une personne qui réfléchit tout le temps, qui cherche beaucoup...". Quant à l'élève E2, il précise que:

"Bon, ce sont de grands scientifiques... ça, c'est d'après la formation que j'ai eue à l'école, mais moi, j'ai poussé un peu plus loin que ça... je m'aperçois, avec mes lectures, que ce sont des gens bien ordinaires, des gens comme tout le monde... Pour moi, ces scientifiques-là, c'est juste quelqu'un qui a pris le temps de s'arrêter puis s'est posé des questions..." (E2).

Par ailleurs, fait remarquer un étudiant "la plupart se sont faits passer pour des [ont été traités de] fous, c'est peut-être des fous en

avance" (E7) et pour un autre, "le monde ne les prenait pas au sérieux" (14). Pour certains élèves comme E15 et E9, "ce sont des gens qui adorent ce qu'ils font, ce sont des passionnés de la science" alors que pour quatre autres (E7, E10, E12, E17) ces personnes sont supérieures aux autres.

3.5.3 Synthèse et interprétation

Caractéristiques principales	Élèves
Les personnages célèbres de la science sont considérés comme : - des personnes supérieures aux autres.	E7, E10, E12, E17.
- des génies, au quotient intellectuel élevé, des modèles à suivre.	E3, E5, E11, E15.
- des personnes ordinaires.	E2, E4.
- des personnes qui ont été traitées de folles.	E7, E14.
- des personnes intelligentes, brillantes, curieuses et travailleuses.	E3, E4, E5, E6, E7, E9, E10, E12, E13, E16, E17.

Tableau 4 - Tableau de synthèse: thème 5:

Tous les thèmes qui figurent sur ce tableau, mis à part les troisième et quatrième, pourraient être regroupés dans un même sous-thème, à savoir celui du génie. Il est fréquent que les élèves caractérisent les personnages célèbres de la science en insistant sur leurs qualités morales. Ne pourrait-on pas rapprocher ces idées de celles avancées par

l'historiographie événementielle pour laquelle, d'une part, il n'est pas nécessaire de relater les erreurs qui ont pu être commises par les scientifiques et, d'autre part, il est inutile d'adopter une attitude critique vis-à-vis des travaux accomplis par les scientifiques. Ces caractéristiques permettent de préciser l'image du scientifique que se font les élèves. A ce stade, nous pouvons soutenir que la majorité des élèves ont une image biaisée du scientifique célèbre qui est, dans la plupart des cas, sur-valorisé. Trois étudiants, seulement, prétendent que ce genre de personnages fait partie du commun des mortels et rejoignent en cela les théoriciens de l'histoire globale pour laquelle, comme nous l'avons vu, le scientifique célèbre n'est pas un génie mais tout simplement un innovateur.

3.6 Étude des réponses relatives au thème 6: le sens social de la science

La principale question posée pour l'exploitation du thème du sens social de la science est la suivante:

"Dans le cas de la lumière, par exemple, on a dit que ce concept a connu une certaine évolution au cours du temps. De même, le concept d'atome a lui aussi connu une certaine évolution. De façon générale, il y a une certaine évolution historique de la science. Quels rapports vois-tu entre l'évolution historique de la science et l'évolution sociale au cours du temps?"

3.6.1 La présentation des données

L'élève 1

La science, par son côté pratique, peut contribuer au développement et au bien-être matériel de l'homme. Depuis toujours, il y a eu des rapports entre la science et la société. De plus, la science dépend de la civilisation et de la philosophie qu'on a; souvent, son rôle a été de défaire ce qu'elle a fait.

L'élève 2

Du discours tenu par E2, il ressort que la science pénètre quotidiennement dans la vie de chacun et de tous. Elle doit permettre à l'individu de mieux vivre en société et d'améliorer son niveau de vie. En outre, la connaissance des raisons pour lesquelles se fait la recherche scientifique pourrait permettre à la société de mieux évoluer.

L'élève 3

Cet élève se dit fort intéressé par les sciences et reconnaît l'influence de celle-ci sur notre mode de vie. Pour lui, Newton aurait été capable de comprendre les phénomènes et aurait découvert les lois de l'attraction universelle même s'il avait vécu un siècle plus tôt.

L'élève 5

La science et la société sont liées parce que plus la science évolue, plus la société connaît de choses et plus elle peut évoluer. C'est grâce aux moyens de communications, par exemple, qu'on a pu être plus ouvert sur le monde.

L'élève 6

Il est certain qu'il y a des découvertes scientifiques qui ont influencé et fait progresser le monde. Les produits de la technique, comme la voiture et la télévision, sont utiles et nécessaires à la vie quotidienne. Plus la science se développe, plus la société est obligée de s'adapter à son développement.

L'élève 7

Cet élève a l'impression que les gens sont mieux informés des explications que la science donne aux phénomènes naturels. Les nouvelles découvertes améliorent le niveau de vie, et la science influence notre mode de vie.

L'élève 8

Les nouvelles découvertes scientifiques, comme celle de l'électricité par exemple, aide la société à évoluer et se répercute sur elle.

L'élève 9

A l'inverse de la religion, la science permet une ouverture d'esprit et une explication raisonnable des phénomènes.

L'élève 10

Selon cet élève, la société n'a accepté la théorie de l'héliocentrisme que lorsque des preuves convaincantes ont été établies. La recherche scientifique se fait dans le but de trouver la vérité. Par ailleurs, la science aide beaucoup la société et les découvertes scientifiques font partie de notre destinée.

L'élève 11

La science est quelque chose qui nous apporte beaucoup et qui nous développe sur le plan intellectuel. Autrefois, les croyances religieuses ont été un handicap pour le développement de la science.

L'élève 12

Pour cet élève, on ne peut pas "comparer" l'intelligence d'une personne qui a vécu il y a trois siècles et d'une autre qui a vécu il y a un siècle, pour la simple raison que les appareils dont ils pouvaient disposer ne sont pas les mêmes. Par ailleurs, les anciennes explications de la science sont gardées pour la culture, c'est-à-dire pour la connaissance de l'évolution de la science.

L'élève 13

Actuellement, il y a de plus en plus de gens qui s'intéressent à la

science, et celle-ci a des rapports avec plusieurs aspects de notre vie. C'est parce que la science évolue que nous aussi on évolue.

L'élève 14

La science offre à la société des produits, comme le téléphone et la voiture par exemple, qui influencent son mode de vie.

L'élève 16

La science a permis de faire des découvertes qui ont influencé le comportement physique et moral des gens. De plus, si la société évolue c'est grâce à l'évolution de la science.

L'élève 17

L'élaboration et la connaissance des nouvelles théories permettent l'avancement de la science et l'avancement social.

3.6.2 La mise en forme des données

Pour la plupart des élèves, les rapports science et société sont conçus dans les termes des applications de la science qui sont nombreuses et qui peuvent améliorer le bien-être de l'homme: en effet, comme le souligne E1, "la science, par ses moyens, peut aider le développement de l'homme et son bien-être matériel". Pour un autre, la science a des répercussions sociales inévitables: "la science a beaucoup d'applications et ces applications se répercutent sur la société... on n'a pas le choix" (E8). Notre mode de vie se trouve ainsi influencé puisque "... si quelqu'un trouve un nouveau produit, il améliore des choses chez le public en général... ça influence notre mode de vie" (E7); pour une autre, "c'est sûr qu'il y a eu des découvertes qui ont influencé le monde, qui l'ont fait progresser..." (E6). Selon E5, la science est un enrichissement intellectuel: "grâce à la science, il y a plus de communication, on est plus ouvert sur le monde, on connaît plus de choses sur le monde", et pour E11 "... les sciences, ça nous apporte beaucoup, ça nous développe au point

de vue mental...". Quant à E1, "la science dépend de la philosophie que l'on a... c'est un facteur de progrès, si on sait s'en servir". Pour deux autres élèves, la religion a été un obstacle au développement de la science: "la religion a été contre la science, les gens étaient bornés..." (E9); "ce sont surtout les vieux, les anciens qui ont arrêté la marche de l'évolution, parce qu'ils avaient des croyances..."(E1).

3.6.3 Synthèse et interprétation

Caractéristiques principales	Élèves
- L'ancienne explication est gardée pour la culture.	E12.
- La science nous développe au point de vue mental.	E11.
- La science peut aider le bien-être matériel de l'homme.	E1, E2, E8, E10, E14.
- La science influence notre mode de vie.	E3, E6, E7 , E8, E12, E14, E16.
- La science permet une ouverture sur le monde.	E5.
- La science est un phénomène de civilisation.	E1.
- La religion a été un obstacle à la science.	E9, E11.

Tableau 5- Tableau de synthèse: thème 6

Le tableau 5 montre que l'attention de la plupart des élèves

interrogés est portée sur les prouesses de la technologie. Ils ne semblent pas faire de distinction entre la science et la technique. D'autre part, si, dans l'ensemble, l'accent est mis sur l'impact de la science sur la société, la réciproque ne semble représenter une quelconque importance dans le cours des choses que pour une seule élève, E10. Pour elle, la société joue un rôle dans l'évolution de la science; elle "a été un obstacle", mais, de nos jours, les gens sont plus ouverts à la science qui cherche surtout à "trouver la vérité". Dans le discours de la plupart des élèves interrogés, la société paraît passive et même presque impuissante devant la science. Cette position est pour le moins contraire à celle de Piaget et Garcia, par exemple, selon lesquels les exigences imposées par la société conditionnent dans une large mesure le développement de la science, ou de celle de P.Thuillier qui soutient que:

"... concrètement, qu'on le veuille ou non, "la science" a un existence sociale et de nombreux enjeux également sociaux (idéologiques, politiques, culturels, éthiques, etc.). C'est pourquoi, je pense, qu'il convient de prendre en compte tous ses aspects, et de la considérer comme une institution humaine (au sens le plus fort de l'expression) (65).

Néanmoins, pour certains élèves comme E1, E11 ou E12, la science, non seulement par sa dimension pratique mais aussi par sa dimension culturelle, suscite un certain enrichissement intellectuel. La position de ces trois élèves, relativement à cette dimension, est plus proche de l'histoire interne que des deux autres types d'histoire des sciences tandis que celle des autres élèves s'identifie mieux à une histoire des sciences de type événementiel.

Dans ce chapitre, nous avons effectué une analyse thématique des discours des élèves, qui nous a permis de dégager les tendances dominantes et les tendances particulières pour chaque thème considéré. Nous avons aussi observé que, malgré la présence manifeste d'une conception événementielle de l'histoire des sciences, les discours des élèves comportent également des idées que l'on peut rattacher aux conceptions internaliste et globale de l'histoire des sciences. Dans les pages qui suivent, nous étayerons ces observations générales.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans la présente recherche, notre préoccupation fondamentale a été de savoir si l'histoire des sciences est présente dans l'enseignement des sciences et, le cas échéant, d'essayer d'identifier quels types d'histoire des sciences sont présents dans l'enseignement de celles-ci, par l'étude des représentations que s'en font les élèves. Notre schéma directeur a été le suivant: nous avons élaboré un cadre théorique dans lequel nous avons distingué trois types d'histoire des sciences dont nous avons démontré les différences à l'aide de sept dimensions soit: les documents et les faits historiques, le développement de la connaissance scientifique, la notion de découverte, l'erreur, l'image du scientifique, le sens social de la science et la notion de passé. Rappelons que les notions de l'erreur et du passé n'ont pas retenu notre attention au cours des entrevues de l'expérimentation. En outre, un aperçu sommaire, de la place accordée à l'histoire des sciences dans l'enseignement de celles-ci, nous a indiqué la présence inévitable, bien que souvent implicite, de la perspective historique dans cet enseignement. Nous nous sommes alors posé la question de recherche suivante:

QUELLES REPRÉSENTATIONS DE L'HISTOIRE DES SCIENCES SE FONT LES ÉLÈVES DU SECONDAIRE ?

La cueillette des données a été effectuée à l'aide d'entrevues semi-structurées dont les orientations ont reposé sur les dimensions précitées. En vue de dégager les tendances générales de l'ensemble des discours recueillis, nous avons procédé à une analyse thématique individuelle puis collective de ces entrevues.

Au regard de notre préoccupation initiale relative à l'inévitable présence de l'histoire des sciences dans l'enseignement de celles-ci, les discours recueillis sont révélateurs. En effet, lors des entrevues de l'expérimentation, ainsi que lors de celles de la pré-expérimentation, nous

avons constaté que les élèves ont répondu à presque toutes les questions posées; la nature même des exemples qu'ils ont cités et leur concordance avec les grandes lignes des programmes d'enseignement des sciences au niveau secondaire nous autorisent à attribuer un rôle primordial à l'enseignement dans l'élaboration de ces exemples. Ainsi, ce sont des exemples tirés de la physique qui sont revenus fréquemment; les élèves ont cité Galilée, Archimède, Einstein et surtout Newton pour sa découverte de la force d'attraction universelle qui est l'exemple "standard". Parfois, la biologie était à l'honneur: trois élèves nous ont parlé de la pasteurisation et la moitié des répondants se sont servis de la théorie de l'évolution de Darwin ou de Lamarck pour illustrer leurs opinions. Des exemples relatifs à la chimie apparaissaient aussi de temps à autre. D'autres exemples plus généraux, comme ceux de l'électricité ou de l'histoire de la roue, ont également été cités par certains élèves. Or, le fait même que les élèves ont choisi ces exemples n'implique-t-il pas qu'ils aient certaines représentations de l'histoire des sciences et ce, malgré l'absence quasi totale d'une intégration dynamique de toute perspective historique dans l'enseignement de celles-ci? Cependant, nous sommes conscient que plusieurs autres facteurs entrent en ligne de compte, comme la télévision, les lectures personnelles, la participation à certaines activités parascolaires, etc., et que ces représentations ne sont pas indépendantes du milieu socioculturel dans lequel évolue l'individu.

Par ailleurs, si nous tentons de cerner davantage la nature des représentations de l'histoire des sciences des élèves, nous remarquons que, dans le cas de la première dimension par exemple, la plupart des élèves ont utilisé l'anecdote pour illustrer les idées qu'ils avançaient. Ainsi, celle de "la pomme de Newton" a été citée par presque tous les élèves; nous sommes conscient que l'usage pédagogique de cette anecdote-type vise à faciliter la rétention des principes de base de la théorie de l'attraction universelle. Toutefois, cet usage, en négligeant le contexte de la découverte de cette théorie, n'induit-il pas une fausse image de l'histoire de la théorie de la gravitation universelle, qui s'apparente aux idées véhiculées par l'historiographie de type événementiel? Il est plausible de penser qu'il s'agit là d'une des raisons pour lesquelles, d'une part, la majorité des élèves font appel au légendaire et à l'inattendu pour

expliquer le processus de la découverte, et d'autre part, ils caractérisent les personnages célèbres de la science en insistant sur leur brillante intelligence et leur "quotient intellectuel" élevé.

Pour les cinq dimensions explorées au cours de l'expérimentation, nous avons constaté que, de façon générale, un élève sur quatre semble soutenir des idées semblables à celles véhiculées par les historiographies de type internaliste ou globale. C'est ainsi que certains élèves qui ont insisté sur l'importance du contexte socio-historique dans la production des connaissances scientifiques, ont également soutenu que la découverte résultait d'un processus plus complexe que celui que la plupart de leurs camarades ne le prétendent. Cependant, la faible proportion de ces élèves dans notre échantillon, laisserait croire que les représentations que se font les élèves du secondaire à l'égard de l'histoire des sciences, se rattacheraient plus fréquemment à une conception événementielle de la dite histoire. Ces résultats étonnent en même qu'ils donnent une lueur d'espoir sur la capacité critique des élèves à s'éveiller aux concepts véhiculés par les historiographies.

Toutefois, nous ne prétendons nullement avoir épuisé cette question complexe; nous sommes conscient des limites des résultats de notre recherche qui ne peuvent être extrapolés à tous les élèves de l'enseignement secondaire. Nous nous sommes heurté à plusieurs difficultés d'ordre méthodologique lors du regroupement et de la mise en forme des données ainsi que lors de leur interprétation. Rappelons que pour nous aider à cerner la conception des élèves relative à une dimension donnée, nous avons construit des tableaux de synthèse qui nous ont permis de voir d'un coup d'oeil rapide les tendances générales qui se dégagent de leur discours. Mais ne peut-on reprocher à cette méthode de ne pas assez tenir compte des particularités des réponses de chaque élève? Ainsi, lorsque plusieurs élèves nous disent, par exemple, que le développement de la connaissance scientifique dépend de la précision du matériel utilisé, peut-on être sûr que les idées sous-jacentes à cette affirmation sont identiques chez tous les élèves? Est-il alors légitime de les classer dans la même catégorie? De plus, le fait que c'est l'auteur lui-même qui a interrogé les élèves lors de l'expérimentation ne constitue-t-il pas une

source de biais possible? Pour ces raisons, et d'autres aussi peut-être, la principale critique que nous portons à notre étude est de ne pas avoir examiné avec toute la précision nécessaire l'hétérogénéité des réponses des élèves. Cependant, nous pensons que nous aurions pu réduire les effets de ces lacunes si nous avons disposé, entre autres, de résultats de recherches antérieures portant sur le rôle de l'histoire des sciences dans l'enseignement.

Enfin, sur le plan pédagogique, n'y a-t-il pas lieu, compte tenu des résultats de notre recherche, de penser à l'introduction de l'histoire des sciences dans l'enseignement? Remarquons que d'autres questions sont concomitantes à celle-ci; en effet, avant d'y répondre, il faudrait d'abord préciser le niveau d'études auquel on s'intéresse. Il est évident qu'il faudra commencer par repenser les programmes, les manuels scolaires et la formation des maîtres. L'histoire des sciences ferait-elle partie intégrante du cours magistral relatif à l'aspect fondamental de la discipline ou serait-elle enseignée en tant que discipline à part entière? Par exemple, est-ce en faisant un cours sur l'attraction universelle que l'enseignant de physique fera l'historique de cette théorie ou y aurait-il un cours d'histoire des sciences proprement dit dont fera partie cet historique? De plus, n'y aurait-il pas lieu d'établir des correspondances entre le développement cognitif de l'élève et les exigences intellectuelles inhérentes à l'histoire des sciences? Autant de questions qui, selon nous pourraient faire l'objet de recherches ultérieures.

NOTES ET RÉFÉRENCES

1. LEVY-LEBLOND, Jean-Marc. L'esprit de sel, Paris, Éditions du Seuil, 1983, p.81.
2. POMIAN, Krzysztof. "Histoire de la science et histoire de l'histoire", Annales: (économies, sociétés, civilisations) pp.935-52, No.5, vol.30, 1975.
- 3) Les années 70 et 80 ont vu l'émergence de groupes scientifiques qui se sont engagés dans une critique plus ou moins radicale du scientisme. "Survivre" est un de ces groupes. Parmi les autres on peut citer "Science pour le peuple", principalement Nord Américain et "B.S.S.R.S.": British Society for Social Responsibility in Science. La revue française "Impascience" regroupait plusieurs scientifiques chercheurs et enseignants; elle voulait s'ouvrir aux techniciens des laboratoires et aux travailleurs scientifiques du secteur industriel.
- 4) Voir JOUBERT, Alain et LEVY-LEBLOND, Jean-Marc. (Auto) Critique de la science, Paris, Seuil, 1973. Voir en particulier pp.22-50, "Science et scientisme".
 - Voir aussi THUILLIER, Pierre. Le petit savant illustré, Paris, 1980, en particulier les pages pp.92, 116, postface "Contre le scientisme".
5. JOUBERT, A. ET LEVY-LEBLOND, J.M. op.cit., 1973, p.41.
6. Conseil supérieur de l'éducation, Le collège, Québec, MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, 1985, p.41.
7. ROSMORDUC, Jean. De Thalés à Einstein, Montréal, Études vivantes, collection "Axes", 1979, p.10.
8. MAITTE, Bernard. La Lumière, Paris, éditions du Seuil, 1981, p.52.
- 9) Voir KOYRE, Alexandre. Études Galiléennes, Paris, Hermann, 1966.
 - Voir aussi, du même auteur, Études de la pensée scientifique, Paris, Galimard, 1973.
10. THUILLIER, Pierre. Jeux et enjeux de la science. Laffont, 1972, p.56.
11. KOYRE, Alexandre. Études d'histoire de la pensée scientifique, Gallimard 1973, p.14.
12. LE GOFF, Jacques et autres. La nouvelle histoire, Paris, Seuil, 1978.
13. THUILLIER, Pierre. "La science moderne entre le diable et le bon Dieu", La Recherche, No.35, juin 1973, pp.599-602.
14. ZOUBOV, V.P. "L'histoire des sciences et la biographie des savants", Kwart Histori Nauki, Varsovie, vol.VI, 1962, pp.29-42.

15. ZOUBOV, V.P. loc.cit., 1962, p.36.
16. CANQUILHEM, Georges et al. Introduction à l'histoire des sciences, Paris, 1975, Librairies classiques Hachette, p.18.
17. RUSSO, François. "L'appréciation de la découverte et de l'invention", L'aventure de l'esprit, mélanges d'Alexandre Koyré, Paris, Hermann, 1964, p.438.
18. POPPER, Karl. La logique de la découverte scientifique, traduit de l'anglais par Nicole Thyssen-Rutten et Philippe Devaux, Paris, Payot, 1973, p.283.
19. RUSSO, François. Nature et méthode de l'histoire des sciences. Paris, Librairie scientifique et technique, 1983, p.81.
20. GARCIA, Rolando et Piaget, Jean. Psychogénèse et histoire des sciences, Paris, Flammarion, 1983, p.283.
21. RUSSO, François. op.cit. 1964, p.430.
22. KUHN, Thomas. La structure des révolutions scientifiques, Paris, Champs Flammarion, 1983, p.86.
23. JORLAND, Gérard. La science dans la philosophie, Paris, Gallimard, 1981, p.83.
24. VALLEE, Nicole. Le monde du vivant, Paris, Fernand Nathan, p.7.
25. LEDBETTER, Elaine W. et YOUNG, J.A. A la découverte de la chimie, traduction et adaptation de Bernard Sicotte, Ottawa, éditions du renouveau pédagogique, 1975, p.420.
26. ZOUBOV, V.P. loc.cit., 1962, p.32.
27. ZOUBOV, V.P. loc.cit., 1962, p.30.
28. PIMENTEL, G.C. Chemical Study Material, traduction de Plante J.L. et autres, La chimie science expérimentale, 1967, p.435.
29. PIMENTEL, G.C. op.cit., 1967, p.105.
30. CANGUILHEM, Georges. op.cit., 1975, p.13.
31. KOYRE, Alexandre. Études d'histoire de la pensée scientifique, Paris, Gallimard, 1973.
32. CANGUILHEM, Georges. op.cit., 1975, p.7.
33. CANGUILHEM, Georges. op.cit., 1975, p.7.
34. BACHELARD, Gaston. La formation de l'esprit scientifique. Paris, Librairie philosophique Jean Vrin, 1980, p.242.

35. JORLAND, Gérard. op.cit., 1981, p.94.
36. KOYRE, Alexandre. op.cit., 1973, p.14.
37. KOYRE, Alexandre. op.cit., 1973, p.25.
38. CANGUILHEM, Georges. op.cit., 1975, p.6.
39. RUSSO, François. op.cit., 1980, p.69.
40. MARROU, Henri-Irénée. De la connaissance historique, Paris, Seuil, 1954, p.118.
41. DUMONT, François. "La fonction sociale de l'histoire", Histoire sociale, vol.4, 1969, pp.5-16.
42. Science Education, revue bimestrielle où, en moyenne, deux articles sont consacrés à l'histoire des sciences et à son rôle dans l'enseignement.
43. SCHAGRIN, Morton. "History of Science: History or Science", School Science Mathematic, vol.69, 1969, pp.393-10.
44. Voici ce qu'en pense Pietro Redondi, membre du centre national de la recherche scientifique:
 "Le succès immense de la structure dont on compte aujourd'hui plus de quinze traductions, pose en lui-même un problème. Une discipline historique jusque là traditionnellement minoritaire, l'histoire des sciences, a trouvé alors une audience diversifiée et gagné les domaines de la sociologie, de la politique et de la pédagogie des sciences".
 Redondi, Pietro. "les tensions actuelles de l'histoire des sciences", Annales: économies, sociétés, civilisations, No.4, vol.69, 1981, pp.512-32.
45. KUHN, Thomas, op.cit., 1983, p.192-193.
46. FACTOR, Lance, KOOSER, Robert, Value Presuppositions in Science Textbook, a critical bibliography, Illinois, Know College, Galesbourg, 1981 p.398.
47. HULIN, Nicole. "L'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique", Revue française de pédagogie, Paris, No.66, 1984, pp.5-27.
48. HULIN, Nicole. loc.cit., 1984, pp.17-18.
49. LANGEVIN, Paul. "La valeur éducative de l'histoire des sciences" Revue de synthèse, avril-octobre 1933, pp.5-16.
50. THUILLIER, Pierre. "Comment se constituent les théories scientifiques" La Recherche No.13, juin 1971, pp.537-59.
51. HULIN, Nicole. loc.cit., 1984, p.82.

52. Idem, p.84.
53. ORPWOOD, Graham et SOUQUE, Jean-Pascal. L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes, Ottawa, Études de documentation No.52, vol.1, Conseil des sciences du Canada, 1984, p.63.
54. ORPWOOD, G. op.cit., 1984, p.23.
55. DESAUTELS, Jacques. École + science = échec, Québec, Presses de l'université du Québec, 1980, p.88.
56. ALAM, I. ORPWOOD, G. et SOUQUE, J-P. L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. Ottawa, Études de documentation No.52, vol.2, (Conseil des sciences du Canada), 1984.
57. DESAUTELS, Jacques. op.cit., 1980, p.87.
58. KILBOURN, Brent. "World Views and Science Teaching" tiré de "Seeing Curriculum in a New Light", sous la direction de Hugh Munby, Toronto, Vise Press, 1980, p.42.
59. RUMELHARD, Guy. Représentations des concepts de la génétique dans l'enseignement, Université de Paris VII, 1980.
60. CLOSSET, Jean-Louis. Le raisonnement séquentiel en électrocinétique, thèse de 3ième cycle, Université Paris VII, juin 1983.
61. ASTOLFI, Jean-Pierre. "L'analyse des représentations des élèves en sciences expérimentales" Revue française de pédagogie, No.88, juin, août, septembre 1984, pp.15-26.
62. Idem, p.15.
63. Inventer l'homme, Conférence d'Albert Jacquard (document vidéo), Québec: Université Laval, Faculté des sciences de l'éducation, production du service de l'audiovisuel de l'université Laval, 120 mn, 1984.
- Biologie et éducation, Conférence d'Albert Jacquard, (document vidéo), Québec: Université Laval, Faculté des sciences de l'éducation, production du service de l'audiovisuel de l'université Laval, 60 mn, 1983.
64. JACQUARD, Albert. Inventer l'homme, Bruxelles, Éditions Complexes, collection Le genre humain, 1984, p.164.
65. THUILLIER, Pierre. DARWIN & Co, Bruxelles, Éditions Complexes, 1982, p.15

ANNEXE A

RETRANSCRIPTION DES ENTREVUES
DE LA PRÉ-EXPÉRIMENTATION

E1

Préambule - Avant le XVIIe, il était généralement admis que la terre était fixe et que le soleil tournait autour d'elle. Plus tard, l'explication a changé, et c'est devenu la terre qui tourne autour du soleil. Entre autres, on peut citer Galilée, Copernic, Kepler... comme personnages qui ont contribué à donner cette nouvelle conception de l'univers. Tu es conscient que ce sont là des faits historiques.

Question A- C'est quoi pour toi l'histoire des sciences?

R-1 Ben... je pense que c'est bien important, parce qu'il y a eu des erreurs de faites. Moi, personnellement, je veux faire de la recherche en sciences... C'est important pour moi, l'histoire des sciences... je lis des livres là-dessus.

Q-2 Le contenu de l'histoire des sciences, de quoi il se constitue?

R-2 Ben, il se constitue de ce que les autres ont fait. Par exemple, en chimie, on a vu des choses sur l'atome... il y a eu Thomson et tout ça... et il y a eu des erreurs...

Q-3 Comment ça, des erreurs?

R-3 Ben, Thomson a travaillé sur l'atome. Il a déterminé la charge de l'électron. Puis, il y eut un autre qui a travaillé, lui aussi, sur l'atome. Il a dit que c'est pas tout à fait ça, puis, il a ajouté des choses. Il a vu qu'il y avait des choses qui n'étaient pas vraies dans ce que disait Thomson. C'est sûr qu'il y a eu des rectifications, des erreurs de faites.

Question B- Les personnages comme Thomson, Rutherford, Lavoisier, Newton, Darwin, sont souvent cités dans l'enseignement des sciences. Comment tu t'imagines ces personnages?

R-4 Comment je m'imagine ces personnages! Des personnages qui veulent

savoir pourquoi c'est comme ci, pourquoi c'est comme ça, c'est quoi qui se passe. Avant tout ce sont des gens curieux.

Q-5 Comment ça?

R-5 Ben... quant tu fais de la recherche, il faut que tu sois curieux. Il y a des gens paresseux... ces personnages ne connaissent pas la paresse, il sont là vingt quatre heures sur vingt quatre. Ils sont entiers dans leur travail. Quand tu fais de la recherche, parfois tu es là en train de souper chez toi, puis tu penses à ce que t'as fait pendant la journée. Puis là, tu prends des notes...

Q-6 Physiquement, comment tu les imagines?

R-6 Ben... pas en santé du tout. Parce qu'ils travaillent beaucoup, ils sont très absorbés par leurs recherches, et ils pensent beaucoup.

Question C- Comment se fait l'évolution du savoir scientifique?

R-7 Très rapidement... moi, je trouve que les gens moyens ne s'intéressent pas au savoir scientifique. Moi, je lis, puis il y a un tas de choses que j'apprends. Et quand j'en parle avec les gens, ils disent Ah oui... Ah oui... On dirait que la science va plus vite que les gens.

Question D- Comment se fait l'évolution du savoir scientifique et l'évolution sociale dans le temps?

R-8 Ben, je pense que la science va vite, et que les gens ne suivent pas... parce que il y a beaucoup de choses en sciences que les gens ne savent pas.

Q-9 C'est dû à quoi?

R-9 C'est dû à quoi... ben, parce que les gens disent que les sciences c'est plate, c'est pas intéressant. Mais il y a des gens qui ne sont

pas en science et ils lisent pareil...

Q-10 Quel est, ou quels sont les rapports entre la science et la société?

R-10 La science se répercute sur la société. Regarde... maintenant, on ne peut pas se passer de la télévision... la T.V. amène beaucoup de nouveau dans la société... l'ordinateur aussi.

Q-11 Veux-tu préciser un peu?

R-11 Ben... il y a pas bien longtemps que l'ordinateur est apparu... et on le trouve partout, à la banque, à la maison, à l'école... les gens ne peuvent pas être comme avant l'invention de l'ordinateur... ils sont influencés par les inventions de la science et par les découvertes.

Question E- Qu'est-ce que c'est qu'une découverte?

R-12 (hésitations) C'est une chose qui est là, qu'on n'a pas vu, et qu'on vient de voir...

Q-13 Comment ça?

R-13 C'est là devant les yeux, on ne le voit pas, on finit par le découvrir. Il faut qu'il y ait quelqu'un capable d'y penser en premier, puis, pour nous autres, ça devient du connu.

Q-14 Veux-tu me citer un exemple de découverte?

R-14 Ben, il y en a plusieurs... (hésitation) la découverte des gènes... je crois que c'est... j'ai oublié son nom...

Q-15 Watson... Darwin... Mendel?

R-15 Je ne sais pas. On en a parlé un peu en secondaire 4, mais on n'a pas vu c'est qui, qui a découvert ça.

Question F- Si tu avais à faire l'histoire d'une découverte, comment ferais-tu ?

R-16 Ben... sais pas... ben je cherche. Je vais voir dans les livres où a travaillé cette personne qui a fait la découverte... je verrai si elle n'a pas laissé la biographie... ou s'il y a d'autres personnes qui ont écrit sur ça... Il faudra donc aller à la bibliothèque, peut-être aller dans le laboratoire où s'est produite cette découverte, pour chercher les renseignements... est-ce que j'ai répondu?

Q-17 Oui, et qu'est-ce que tu vas raconter?

R-17 Ben... je vais faire un résumé et je vais dire ce que cette personne a fait.

Question G- Est-ce que la science a un passé?

R-18 Ah oui, certainement!

Q-19 C'est quoi le passé?

R-19 C'est une longue longue longue évolution. Ça a commencé à un certain moment, et ça a continué encore. Puis il y a des choses qui se sont passées, comme les inventions, les découvertes dont on a parlé tantôt, et c'est ça qui constitue le passé...

Q-20 Selon toi, peut-on expliquer le passé?

R-20 L'expliquer! C'est peut-être trop fort... Les choses qui le constituent sont là, elles sont passées... on ne peut pas... il suffit de les raconter... de raconter cette évolution au cours du temps... je crois que c'est ça.

Je te remercie.

E2

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, le géocentrisme, l'atome, la lumière...

Question A- Ce sont là des faits historiques. Qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences selon toi?

R-1 Oui... Si on prend l'exemple de l'atome, il y a eu d'abord, je crois, Thomson qui a découvert qu'il y a deux masses qu'il faudrait ... qu'il y avait deux charges qui a trouvé que la matière... que l'atome était formé d'un noyau et d'un nuage d'électrons... puis tout ça...

Question B- Si on considère cet exemple de l'atome, on sait qu'il y a eu le modèle de Rutherford, le modèle de Bohr et d'autres modèles de l'atome. Autrement dit les explications que donne la science, changent au cours du temps; comment se fait ce changement?

R-2 Changement... j'ai l'impression que ça fonctionne de même... toujours... il y a de la recherche qui se fait... on pense toujours que ça va s'améliorer... moi j'ai l'impression que ça s'améliore au gré de nos moyens... plus on a des moyens plus ça va.

Q-3 Améliorations au gré de nos moyens?...

R-3 Oui... c'est ça... les moyens... le matériel... aident à améliorer la science... et puis les connaissances de la personne aussi... c'est sûr que la science s'améliore, parce qu'il y a des découvertes qui sont toujours faites...

Question C- Peux-tu me citer un exemple?

R-4 Ben... la découverte de l'atome et de l'électron...

Q-5 Comment ça été trouvé?

R-5 Ben... c'est l'expérience... il y a pas mal de bonhommes qui ont travaillé sur cette question... je crois que c'est Thomson qui a déclenché tout le processus.

Q-6 Et pour la gravité?

R-6 Pour la gravité, je crois que c'est Newton... Il a dit que la terre tourne autour du soleil... les corps tombent parce qu'ils sont attirés par la terre.

Q-7 Sais-tu comment Newton est arrivé à fournir cette explication?

R-7 Non... je ne sais pas.

Question D- Dans l'enseignement des sciences, on cite souvent des noms comme Newton, Rutherford, Darwin, Bohr, Mendeleïev... Comment tu t'imagines ces personnages?

R-8 J'ai l'impression que ce sont des personnages illustres... je ne me suis pas attardé à comment sont ces personnalités...

Q-9 Qu'est-ce que tu entends par "illustre"?

R-9 Ben... illustres, ils ont pensé... c'est eux autres qui ont amené quelque chose de nouveau, quelque chose de plus... puis tout ça. Une fois, quand c'était Einstein... dans mon cours de chimie, on a parlé de la constante de Planck. C'était la première fois que j'entendais parler de lui, alors que c'était lui qui avait apporté beaucoup à Einstein. Planck aussi est un grand personnage, et son nom devrait figurer autant...

Q-10 Autrement dit, une découverte ne se fait pas par une seule personne...

R-10 Non, ça ne serait pas dû à... la découverte ce n'est jamais UNE personne qui la fait, ça vient toujours à la suite de plusieurs efforts... finalement, moi, je trouve que Thomson, Rutherford, Bohr... ont formé une sorte d'équipe, et c'est ce qui amène la science à être ce qu'elle est en ce moment, à propos de l'atome... Ils ont formé une équipe sans le savoir.

Q-11 Penses-tu qu'ils ont dû travailler dur pour en arriver là?

R-11 Ben... ils devaient au moins être très consciencieux... sans eux, s'il n'y avait pas eu de conscience, on ne saurait pas ce que l'on sait à cette heure...

Question E- Comment arrive-t-on à connaître ce que ces personnages ont fait pour la science?

R-12 Moi, j'ai l'impression que ça été le bouche à oreille certainement... puis il y a l'écriture... Avec les laboratoires, eux autres, ils marquaient ce qu'ils faisaient, ils prenaient en note... j'imagine ce qui était écrit.

Q-13 Veux-tu préciser ce que tu veux dire par écriture?

R-13 Ben... il y a des livres... des biographies... ils ont peut-être écrit dans des revues...

Q-14 Peux-tu me dire comment sont utilisées ces références?

R-14 C'en est une bonne... j'imagine que c'est pour aller voir ce que le personnage lui-même a écrit, pour être le plus près de ce qui s'est fait... il y a du monde qui utilise ça pour voir comment ça s'est passé... j'imagine qu'ils ne peuvent pas sortir ça de même (il fait claquer ses deux doigts) on ne peut pas savoir comment ça fonctionnait, si on ne revient pas sur ce qui a été écrit... puis il n'y a pas personne de mieux placé que le personnage lui-même qui a fait l'expérience pour renseigner sur cette expérience.

Question F- Dans ce déroulement, de la science au cours du temps, penses-tu qu'il y a eu des erreurs en cours de route?

R-15 Ben... s'il y en a eu, elles ne sont pas très mentionnées. Nous autres... moi en tout cas, j'en ai pas connaissance... évidemment s'il y a eu des erreurs, c'est à cause des moyens... si le modèle de l'atome a pu être amélioré, c'est parce que les moyens dont disposait Rutherford ne sont pas les mêmes que ceux qu'avait Bohr... Avec les moyens qu'ils avaient, ils étaient incapables de déterminer avec précision ce qu'ils cherchaient... des erreurs, on ne peut quasiment pas les considérer comme des erreurs, parce que en ce temps-là, c'était des moyens différents.

Q-16 En général, il arrive souvent que les historiques qu'on trouve à la fin des manuels scolaires de sciences, l'erreur qui a pu être commise n'est pas mentionnée; à quoi tu attribues ce fait?

R-16 Ben... je croirais que les personnes aiment ça qu'on ne parle pas du mauvais côté... tu sais... on n'est pas habitué à parler du mauvais côté du monde.

Q-17 Ne pas montrer le mauvais côté du monde...?

R-17 Ben... Cacher le mauvais côté du monde... tu sais... c'est qu'Einstein, s'il a fait une gaffe dans sa vie, c'est pas la peine de la montrer... pour tout ce qu'il a fait de bien pour la science... on aime mieux montrer ce qu'il y a de bien que ce qu'il y a de mal...

Question G- Penses-tu que des personnages comme Einstein, Bohr, Mendel, etc... sont des génies?

R-18 Oui, pour moi ce sont des grands génies parce qu'ils ont eu l'audace d'étudier ça... y ont vraiment pensé... ils se sont posé des questions et ils y ont pensé, tandis que d'autres personnes n'y ont

pas pensé... ils y ont peut-être pensé, mais pas assez longtemps pour y trouver des solutions.

Q-19 Ben, ça doit pas être des hommes... des personnages très bâtis, tu sais... très en forme. Ça doit être surtout des penseurs du monde, qui se posent beaucoup de questions et qui essaient d'amener des réponses... Ils doivent certainement travailler avec leurs cerveaux plutôt qu'avec leurs physiques...

Question H- Quel(s) rapport(s) existe-t-il entre l'évolution de la science et l'évolution de la société au cours du temps?

R-20 Ben... lorsque la science évolue, il y a de plus en plus de découvertes scientifiques, et forcément... elles se répercutent sur la société. Ben regarde... lorsque la télévision a été inventée... les gens ne vivaient pas comme aujourd'hui... avec les émissions, les films... on ne pense plus comme avant... c'est sûr que cette invention a eu des répercussions sur les gens...

Q-21 Tu as parlé tantôt d'améliorations de la science, veux-tu me préciser ce que tu entends par "améliorations"?

R-21 Ben... une amélioration c'est quelque chose qui... devient mieux, qui avance... sais pas moi...

E3

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, le géocentrisme, l'atome, la lumière...

Question A- Ce sont là des faits historiques. Qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences pour toi?

R-1 L'histoire des sciences, selon moi... je crois que l'homme a voulu toujours savoir... O.K. savoir où il est, pourquoi... pourquoi telle chose est comme ça... pourquoi le soleil brille... l'homme est toujours tenté de RECHERCHER, O.K. jusqu'à un certain point, expérimenter, parce que, à un certain moment, on disait n'importe quoi... les moutons venaient des arbres, les chèvres, je sais pas trop quoi... on prenait une boîte où on mettait du foin et des (chemises...). Quelques jours après, il y avait des souris après, et on enseignait ça dans l'université de l'époque... s'ils avaient pu contrôler l'expérience... tout des choses comme ça... plus l'homme avance, O.K. plus il peut... comment dire... aller dans le droit chemin... Il reste toujours des mystères... L'histoire des sciences c'est... la science, c'est des faits comme ça. Les recherches pour atteindre la perfection, pour être certain... sais pas, est-ce que je me fais bien comprendre?

Q-2 Oui, oui, parfaitement. Qu'est-ce que tu veux dire par atteindre la perfection?

R-2 Ben... chercher à améliorer, chercher la vérité surtout... dans le fond, regardez... ils ont pris (Echoli) puis, grâce à la génétique, ils ont réussi à faire produire, à cette cellule là, de l'insuline... donc, toujours à améliorer... épouvantable. Ça c'est parfait, ça guérit les diabétiques... Il est entendu que c'est toujours pour préciser, pour améliorer...

Question B- Veux-tu me citer un autre exemple?

R-3 Ben, la découverte de la pénicilline... je crois que c'est Fleming qui a découvert ça... je pense que... ça c'est très important, parce que... (hésitation) là, là je vais me perdre, je ne me rappelle plus exactement... il a fallu contrôler certaines bactéries, certains virus... ça c'est une moisissure, la pénicilline... au début, je crois que à cinq pays, ils ont réussi à ramasser quelques éprouvettes, ils la sortaient quand c'était le temps, dans des cas majeurs, puis à un moment donné, grâce à la science qui a AMÉLIORÉ (il met l'accent) tout ça, on en trouve un peu partout et n'importe quand, ça c'est une découverte très importante.

Q-4 De façon générale, qu'est-ce que c'est qu'une découverte?

R-4 De façon générale, une découverte c'est un scientifique, ou un scientifique, qui trouve quelque chose pour... en général, améliorer, ou... améliorer... comment je vais dire... améliorer le sort... notre sort, justement.

Q-5 Tu dis qu'il y a toujours une personne derrière une découverte...

R-5 O.K., oui, comme Pasteur avec la pasteurisation...

Q-6 Comment ça s'est passé dans le cas de l'attraction universelle?

R-6 L'attraction universelle?... Ah oui, la gravité... O.K., d'accord, d'accord, C'est Isaac Newton qui, à un moment donné... ben, moi, j'ai toujours retenu qu'il avait une pomme qui lui est tombée sur la tête... là il s'est levé, et il a dit... mais oui, c'est vrai, tous les corps tombent, s'attirent entre eux-mêmes, sais plus trop, moi... Bon, il s'est aperçu de ça aussi, en expérimentant, et à un moment donné, ça a dû faire clic... et à ce moment là, il a conclu ce que c'était la gravité.

Question C- Les personnages comme Newton, Bohr, Pasteur, Fleming, Darwin, Mendel, etc... comment tu les imagines?

R-7 Je pense que ce sont des outils, O.K... Thomson, un bonhomme de vingt ans, il a réussi, par chance, à recréer l'atmosphère de l'univers... c'est des coups de chance, moi je te dis que dans le fond, ils EXPÉRIMENTENT, ils sont là pour ça, mais... (hésitation) ce sont des outils qui aident justement au développement de la science. C'est ça...

Q-8 Des outils, tu dis?

R-8 Oui..., des outils. Dans le fond, ils sont là, ils expérimentent, ils trouvent..., Enfin, qu'est-ce qu'ils ont fait?... C'est qu'ils ont aidé les autres pour trouver d'autres choses...

Q-9 Mais eux-mêmes, comment tu les imagines?

R-9 Eux-mêmes... ce sont des hommes, bien entendu, qui ont une certaine chance. O.K., une bonne éducation scientifique, des bases solides, ils ont développé leurs techniques, ça a bien réussi, mais ce ne sont pas des dieux, pas des surhommes, ce sont des hommes bien ordinaires, qui ont réussi... c'est ça.

Question D- Les explications que donne la science aux phénomènes, changent avec le temps. Comment se fait ce changement au cours du temps?

R-10 Dans le fond, je pense qu'ils font des hypothèses... puis là, le gars lance une théorie, puis, tant qu'il n'y a pas un autre gars qui va expérimenter, et qui va lancer une autre théorie, qui va compléter la précédente, ou probablement la démentir.

Q-11 Comment ça?

R-11 Ben, quand il y a un autre gars qui va faire une expérimentation, il va dire ben regarde... moi j'ai fait l'expérience, c'est pas ça que tu as trouvé, sinon il va approuver ce que l'autre a trouvé, et il va l'améliorer.

Question E- Qu'est-ce que c'est que le passé de la science?

R-12 C'est obscur hein... Ça avait commencé dès que l'homme est venu sur la terre... avec le silex, déjà c'était de la science, parce que c'était de l'expérimentation... pourquoi ça, ça fait du feu? Ils font des observations quoi, puis il y a eu des alchimistes... ils n'avaient pas beaucoup de données, c'était eux-autres qui étaient les INNOVATEURS. O.K. c'est sûr qu'ils avaient moins de matériels qu'aujourd'hui... dans le temps, ils ont beaucoup... (hésitation) piétiné, bien souvent ils n'étaient pas dans la bonne voie... ça s'est fait lentement, puis il fallait faire des expériences... se vérifier... se contre-vérifier. Ça se déroule comme ça, et ça continue aujourd'hui.

Q-13 Comme arrive-t-on à connaître le passé?

R-13 C'est difficile à répondre... C'est des hommes qui ont trouvé des choses fondamentales, et qui ont laissé leurs marques... Bon, ça, c'est ça... ça c'est mes lois. Comment ça nous est venu? Ben, il a écrit pour transmettre ça, pour qu'on les utilise... puis les successeurs s'en servent pour savoir comment il a fait pour trouver ça...

Q-14 Et s'il n'avait rien écrit, que se serait-il passé?

R-14 Eh bien... d'autres personnes l'auraient fait, mais... (hésitation), ça ne serait pas aussi correct, c'est le personnage qui fait la découverte qui sait vraiment comment ça s'est passé. S'il n'écrit pas... ça peut toujours être fait, mais c'est pas pareil...

Je te remercie.

E4

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, le géocentrisme, l'atome, la lumière...

Question A- Ce sont là des faits historiques. Qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences pour toi?

R-1 L'histoire des sciences, je trouve ça super intéressant... je trouve qu'on n'est pas assez sensibilisé... et je trouve que ça peut nous faire comprendre si on sait le cheminement qu'a suivi le bonhomme.

Q-2 Le contenu de l'histoire des sciences, de quoi est-il constitué?

R-2 La science, c'est bien humain. Je trouve qu'il y a une grande logique là-dedans, puis, justement, je dirai que l'histoire doit comporter les éléments autour d'une science exacte... de quoi cette science est faite... comment c'était dans le temps... comment ils ont fait pour trouver ça... qu'est-ce qu'ils savaient déjà... le cheminement qu'ils ont pris... ça doit être intéressant à savoir.

Q-3 Veux-tu préciser un peu?

R-3 Ben... cette année, on a vu les diagrammes cartésiens en mathématiques, et je me suis demandé d'où est-ce que ça venait... alors, j'ai lu sur Descartes, et j'ai trouvé ça très intéressant... les mathématiques, ça paraît trop rigide, alors que ça a un côté humain... ben en lisant Descartes, parce que je comprenais pas trop-trop... (rires), mais il y a des choses que j'ai trouvé le fun, sa méthode, sa logique...

Q-4 Et en physique?

R-4 Ben, en physique, il y a Millikan, par exemple... on a étudié l'expérience qu'il a faite, je trouve que c'est intéressant... je le trouve pas mal bon, le monsieur, il a surmonté des difficultés qu'il

a pu avoir, et a pu penser à ça.

Question B- Des personnages comme Lavoisier, Bohr, Mendel, Newton, etc... sont souvent cités dans l'enseignement des sciences. Comment tu t'imagines ces personnages?

R-5 Ben, je les imagine vraiment comme des personnes qui... qui vont toujours chercher plus loin. Premièrement, ils connaissent leur matière sur le bout des doigts, puis ils savent de quoi ils parlent, ils savent sur quoi ils travaillent, ils sont surtout capables d'imaginer, parce que le travail de ces personnes, ce n'est pas seulement mettre des produits dans des éprouvettes. Il faut beaucoup de... (elle fait un geste pour indiquer la tête) mouvements de la pensée... je trouve qu'il faut qu'ils pensent... premièrement, pour... pour avoir l'idée de faire cette expérience là, il faut avoir un doute, puis, aussi, avoir quelque chose dans la tête... c'est-à-dire que, dans leur tête, l'expérience est quasiment faite, ils font seulement la preuve pour la vérifier... dans le fond, c'est dans la tête...

Q-6 Sur le plan moral, comment tu imagines ces personnages?

R-6 Super-intelligents, et très curieux. Je ne sais pas... c'est peut-être héréditaire... premièrement, ils se sont intéressés, puis ils ont eu le courage et la détermination de continuer... ce qui les amène à développer leur pensée. Puis, le cheminement qui conduit à ça... puis, peut-être que d'autres personnes auraient pu trouver, mais c'est sûr que ça prend des qualités déjà innées pour pouvoir assimiler ça, de faire des déductions...

Question C- D'après toi, c'est quoi une découverte?

R-7 D'après moi... Une découverte, c'est quelque chose qui a toujours existé, et qui existe toujours, mais que l'esprit humain n'avait pas compris, ou comprenait, mais n'avait pas identifié... toutes les choses que l'esprit humain a découvert comment ça marchait, ça

existait, c'est sûr...

Q-8 Ça existait...?

R-9 Ben... premièrement, c'est par observation. Là, je parle en physique ou en chimie, c'est toutes des choses qui existent dans la nature, et que nous, on est capable de comprendre, ou de recréer... Puis ces personnes là ont trouvé ça en observant beaucoup...

Q-10 Si on prend l'exemple de la lumière, vers le XVIIe siècle. On disait que la lumière se propage en ligne droite. Vers le XVIIIe siècle, on a dit que la lumière était constituée de particules. Plus tard, on dira que c'est une onde. Autrement dit, les explications que fournit la science changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-10 Ben, c'est justement parce que plus on observe, plus on comprend... si un certain monsieur dit ce phénomène là, moi je l'explique comme ça... ben, il y a d'autres personnes qui regardent l'étude qu'il a faite... ils vont dire oui mais il a oublié une telle chose qui regarde c'est pas correct, puis ça s'est changé... Avec l'évolution de tout ça, tu viens quasiment à la vérité, parce qu'on n'aura jamais le (...) sur la nature. L'homme a toujours voulu tout savoir, il a voulu... puis, je pense que c'est tout... là je généralise pas mal, mais c'est tout des chemins qui veulent se rendre à la vérité.

Question E- Quels rapports vois-tu entre l'évolution de la connaissance scientifique et l'évolution sociale au cours du temps?

R-11 Ben... je trouve que ça a beaucoup de répercussions parce que juste avec les découvertes scientifiques la société, elle, change... bon, juste avec quelque chose de bien niais, l'ordinateur... ça change le travail, ça change la société, ça... Dans le fond, on ne peut pas dire qu'on devient dépendant de la science... mais c'est sûr que la science se répercute sur la société...

Question F- Si tu avais le temps et le goût d'écrire un historique scientifique, comment ferais-tu?

R-12 (hésitations, rires...) Premièrement, je commencerais par parler de l'homme et pas du cerveau parce que, souvent, on nous parle dans les livres, des expériences qu'il a faites... en tout cas, pour moi, il faut aussi parler où est-ce qu'il vivait puis, quel genre de personne il est puis des choses comme ça... ça m'aiderait à comprendre toute sa vie, puis ses idées et comment il a pu avoir ces idées là... ben, sais pas, Einstein, ou n'importe qui, ne peut pas être là du jour au lendemain, puis Bang (!), j'ai inventé une formule... tiens, c'est bon, c'est vrai, c'est juste... Ils ont une vie, et elle fait partie de la mission qu'ils s'étaient donnée.

Q-13 Comment tu obtiendras ces informations?

R-13 J'irai voir dans les livres, et , justement, ce sont des livres... ben, ben, souvent, on n'a pas le temps de lire... il y a l'école, et il y a tout ça...

Q-14 En supposant que tu as vraiment largement le temps, comment ferais-tu cet historique?

R-14 Premièrement, je ferais des recherches, sûrement... ça me prendrait du temps, sûrement... j'irais me renseigner dans les livres, voir ce qu'il a fait, ce qu'il a écrit... j'irais dans son pays, il y a peut-être des archives là-bas, le laboratoire où il a travaillé... je vais le mettre dans le contexte de son temps... probablement, c'est ce que je ferais.

Q-15 Tu as parlé tantôt de Descartes. Penses-tu que si Descartes avait vécu au XXe siècle, il aurait trouvé ce qu'il a trouvé au XVIIe siècle?

R-15 Euh... il aurait quand même resté le même bonhomme qui aimait savoir et qui se posait beaucoup, beaucoup de questions, et,

peut-être qu'il ne serait pas arrivé aux mêmes réponses, puis... juste à cause du contexte social... peut-être qu'il aurait trouvé la même chose, peut-être pas, mais il y a toujours un contexte social qui le fait cheminer.

Q-16 Veux-tu préciser ce que tu entends par contexte social?

R-16 Ben, je ne sais pas. J'imagine que lui, ce bonhomme là, il est allé à l'école puis tout ça... il s'est intéressé à ces choses là, il a une vie, puis, justement à cause du contexte social, il avait des amis, des relations avec les gens, puis il venait à se poser des questions qui ont rapport à ce temps là, qu'il voyait autour de lui...

Question G- Est-ce que la science a un passé?

R-17 Ah oui, c'est sûr...

Q-18 Comment ça...?

R-18 Ben, parce que la science a toujours été là... même avant qu'on arrive à la connaître. Nous, on ne fait que lui coller des chiffres... la science a toujours existé, en tant qu'entité elle-même, puis les civilisations se sont posé des questions, et ont essayé d'amener des réponses... le cheminement des civilisations, l'évolution de l'homme avec toutes les questions qu'il s'est posé, et les réponses qu'il y a amenées. Moi, je trouve que c'est ça le passé.

Q-19 Le cheminement des civilisations...?

R-19 Oui, c'est ça... puis les questions et les réponses... les Grecs avaient leur science, les Phéniciens avaient une science, les Égyptiens...

Je te remercie.

E5

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, le géocentrisme, l'atome, la lumière...

Question A- Ce sont là des faits historiques. Qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences selon toi?

R-1 Pour moi, je trouve que c'est le "fun", parce que, quand on en parle, c'est intéressant...

Q-2 De quoi serait constituée l'histoire des sciences, d'après toi?

R-2 Pour moi, ça serait constitué par ce qui a été fait par la science. pourquoi c'est comme ça... parler des croyances, comment on est arrivé à ces résultats... je trouve que c'est intéressant de savoir ça.

Q-3 Comment arrive-t-on à connaître ces croyances, ces résultats de la science, disons ces faits historiques?

R-3 Ben, par des recherches... nous autres, c'est surtout par l'enseignement dans nos cours... nos professeurs nous parlent parfois de certains bonhommes... de certaines expériences... et quand on en parle, c'est pas mal intéressant...

Q-4 Dans les manuels scolaires de sciences, on trouve parfois des historiques à la fin des chapitres. Comment arrive-t-on à trouver les informations que l'on présente au lecteur?

R-4 C'est par des recherches... mais pour nous autres, c'est souvent un complément du professeur quand il fait un cours... Quand on suit un cours, on nous dit souvent que c'est tel bonhomme qui a fait telle chose... l'expérience de Millikan, c'est inévitable, parce que si on fait l'expérience, ben c'est comme ça... et souvent... Euh... comme les Curie, c'est pas dans le programme, dans le fond, mais on dit

toujours quelque chose dessus...

Question B- Qu'est-ce que c'est qu'une découverte d'après toi?

R-5 Ben, c'est... (hésitation) dans le développement de la science, c'est quelque chose qui vient d'être vue, quelque chose qu'on vient de voir.

Q-6 Comment arrive-t-on à une découverte, selon toi?

R-6 Ben... après beaucoup de recherches, quand un scientifique persiste dans sa recherche.

Q-7 Veux-tu me citer un exemple de découverte?

R-7 Ben... celle de Millikan, par exemple, qui a découvert l'électron et sa charge, la découverte de la gravité par Newton...

Q-8 Sais-tu comment a été faite la découverte de la gravité?

R-8 Ah.... Newton! Ben, la fameuse histoire de la pomme... Supposément qu'il était assis sous un arbre, une pomme est tombée, puis il a essayé de savoir pourquoi la pomme tombe, puis, par des calculs mathématiques et des expériences, il est arrivé à la gravité.

Question C- Quand on parle des personnages comme Newton, Millikan, Curie, Mendel, Lavoisier... comment tu t'imagines ces personnages?

R-9 Ben, ça dépend... mais souvent, je les imagine dans un laboratoire bien sombre, un vieux barbu avec des petites lunettes, très curieux, qui cherche à savoir...

Q-10 Des génies?

R-10 Je pense que oui.

Q-11 Génies dans quel sens?

R-11 Ben, dans le sens de quelqu'un qui a une intelligence bien supérieure à la moyenne, des capacités de déduction élevés, qui réfléchit beaucoup...

Question D- Si on considère la lumière, on remarque que celle-ci a été considérée comme se propageant en ligne droite. Plus tard, on a dit qu'elle est constituée de particules; on dira ensuite que c'est une onde... Les explications de la science changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-12 Ben, souvent, quand quelqu'un trouve quelque chose, c'est pas forcément comme ça, point... après, quelqu'un, en travaillant, s'aperçoit que c'est pas tout à fait ça, et il améliore, il essaie d'y ajouter des choses pour préciser, je pense que c'est comme ça...

Q-13

Tu dis que c'est par améliorations?

R-13 Ben oui, pour le développement, pour pouvoir avancer... pour que la société puisse avancer.

Q-14 Veux-tu préciser un peu?

R-14 Ben... le progrès de la science va entraîner le progrès de la société parce que le progrès de la science va pouvoir améliorer notre milieu de vie...

Q-15 Tu dis que le progrès scientifique est à la base du progrès social, si j'ai bien compris?

R-15 Oui, mais pas toujours parce que des fois, le progrès de la science n'entraîne pas un progrès social... regarde le cas de la bombe atomique... des fois le progrès scientifique est utilisé à des fins plus ou moins bonnes, mais souvent le progrès de la science comme tel entraîne un progrès dans la société.

Q-16 Veux-tu ajouter un peu plus de précision, s'il te plaît!

R-16 Ben, à chaque fois qu'il y a découverte scientifique, ça fait toujours progresser... la société va avec... pas toujours immédiatement avec... mais on n'a pas le choix pour ne pas avancer... le niveau de vie aussi s'améliore... il y a certaines choses qui font que... pas que tu t'adaptes mais que tu sois actuel...

Question E- Dans les historiques que l'on trouve à la fin des chapitres, dans les manuels scolaires de sciences, en général, on omet de parler des erreurs qui ont pu être commises en cours de route, à quoi tu attribues cela?

R-17 Je trouve ça un peu dommage, parce que ce serait bon de savoir par où certains personnages sont passés... les erreurs qui ont pu être commises, si on les sait, on va pas les refaire... ben, en chimie, on étudie des choses et il nous arrive d'entendre dire - ça c'est pas vrai, ça a été démenti par un tel, mais ne dit pas pourquoi... moi je trouve que ça serait bon pour notre apprentissage, mais pas aller jusqu'à trop parler négativement de celui qui a fait cette erreur...

Question F- Comment, à ton avis, arrive-t-on à connaître les choses du passé?

R-18 Ben... ça a été écrit, ça a été transmis, puis c'est important que ce soit transmis... puis dans l'intérêt de la science, ça a été gardé... on pense justement que c'est important de connaître ce qui a été fait dans le passé...

Q-19 Qu'est-ce que c'est que le passé?

R-19 Ben, c'est... ce qui s'est fait avant que nous (...) on peut y prendre part, c'est ce qui s'est fait... c'est le développement des

choses qui étaient inconnues, des choses qui ont été découvertes avant... c'est ça le passé... si on prend le début et qu'on part à zéro, il y a un développement, parce qu'on découvre, on découvre et on découvre, puis, la première découverte nous affecte encore et va toujours nous affecter.

Je te remercie.

E6

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, le géocentrisme, l'atome, la lumière...

Question A- Ce sont là des faits historiques. Qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences selon toi?

R-1 L'histoire des sciences, de façon générale, c'est probablement des gens ayant des perceptions, et qui, en des temps bien précis, se sont aperçus qu'il y a des choses spéciales... ces personnes voulaient savoir c'était quoi, et ont décidé de poursuivre leurs recherches dans ce domaine là... c'est ça qui a amené le commencement de la science, et puis, à chaque époque, il y a eu d'autres personnes qui embarquaient, et puis, il y a eu de plus en plus de découvertes, et c'est ça qui constitue l'histoire des sciences...

Q-2 Tu as parlé de découvertes, veux-tu me dire ce que c'est qu'une découverte?

R-2 Une découverte... c'est quelque chose qui, au moment présent... une personne fait une découverte... dans l'antiquité, il y a eu la découverte de la roue, c'est ça une découverte, c'est une chose nouvelle.

Q-3 Comment arrive-t-on à cette chose nouvelle?

R-3 Par des analyses, des recherches, des lectures, ou par des recherches antécédentes... on voit bien que les découvertes sont obtenues à partir de données d'autres recherches, souvent, c'est à partir de ces choses là qu'on fait des découvertes... on ne décide pas de faire une découverte, c'est en faisant des recherches que quelque chose surgit... un phénomène qui arrive par hasard... souvent c'est par hasard... une découverte, c'est quelque chose qu'on n'attendait pas.

Q-4 Autrement dit, une découverte se fait à l'improviste?

R-4 A l'improviste, par hasard... et c'est toujours à partir des recherches qui ont été déjà faites... on n'arrive pas à la bombe atomique comme ça, du jour au lendemain... il y a sûrement quelqu'un, un inventeur derrière une découverte... le cerveau d'un inventeur. J'ai parlé des perceptions tantôt, il y a des personnes qui ont de la perception, puis ils l'ont combinée avec celle d'autres inventeurs... c'est quelque chose... tu l'as ou tu ne l'as pas.

Question B- Comment tu imagines ces inventeurs?

R-5 Je les imagine... je crois que ces personnes là vivaient avec beaucoup de détermination. Ils travaillaient parce qu'ils aimaient ça... ces personnes là, il faut qu'elles aient du goût.

Q-6 Sur le plan moral, comment tu les imagines?

R-6 Moralement... si on parle de ces grands inventeurs là, je pense qu'ils se sont beaucoup intéressés à la science... je pense que ce sont des personnes comme les autres... peut-être pas dans leur vie après l'adolescence... mais en général, ils doivent être moralement comme tout le monde.

Q-7 Si j'ai bien compris, ce sont des personnes ordinaires?

R-7 Ordinaires, oui, mais dans leur domaine... par exemple, je prends un joueur de Hockey, un super-star, je pense que ce gars là, sur le plan moral, il est égal aux autres joueurs et non-joueurs... il a des qualités, et dans sa discipline, comme le Hockey, c'est une super-étoile... on peut comparer ça à un physicien qui, moralement, est égal aux autres, mais qui, dans sa spécialité, a des qualités...

Question C- Dans les manuels scolaires de sciences, on trouve parfois des

historiques à la fin des chapitres. Souvent, on ne mentionne pas les erreurs qui ont pu être commises, qu'en penses-tu?

R-8 L'erreur, je trouve que c'est la chose la plus importante à parler... souvent, quand on fait un historique, on ne parle que des qualités de l'inventeur, on ne dit jamais rien des défauts, on sort surtout qu'est-ce qu'il a fait de bien... au fond, c'est de l'histoire, et je ne pense pas qu'il a fait soit bon de caler cette personne là... ce n'est pas que ce soit bon ou pas de parler des erreurs, parce qu'au fond, ça n'a pas beaucoup d'importance.

Question D- Comment arrive-t-on à connaître ce que les inventeurs ont fait pour la science?

R-9 C'est en consultant des livres, puis... soit des archives qui ont été laissées à l'endroit même où cet inventeur était, dans sa ville même... Je crois qu'un inventeur, qui a été populaire, dans le sens sur son invention... donc, son livre ou ce qu'on a écrit sur lui à son époque, va toujours (s'éparpiller) dans les autres années... il a été populaire, on a écrit dessus, et ces documents là sont gardés, et c'est de cette façon que l'on peut savoir qui, comment, pourquoi telle invention a été faite.

Question E- Peux-tu me dire ce que ça représente pour toi, le passé de la science?

R-10 Le passé!... pour moi, le passé c'est une idée que je me fais de ce qui a déjà été fait en science, et c'est encore à cause des livres dont on vient de parler... pour moi, le passé commence au point zéro, là où tout a commencé... je considère le passé comme infini... le passé, c'est tout ce qui est avant aujourd'hui, c'est toute l'infinité qu'il y a avant aujourd'hui...

Q-11 Comment connaît-on le passé?

R-11 La seule façon dont on peut connaître le passé, c'est justement par

les découvertes qui ont été faites... par le visuel...

Q-12 Veux-tu préciser?

R-12 Visuel... je veux dire les découvertes qu'on peut faire sur la terre ne sont... pas forcément des écritures, mais sont nécessaires. Ce sont des objets du passé, et c'est comme ça qu'on connaît le passé... c'est en découvrant le restant... comment vivait... Euh... des os d'animaux, toutes ces choses là qui nous donnent une idée du passé.

Question F- Lorsqu'on examine les explications que donne la science à un phénomène donné, on remarque que ces explications changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-13 Le changement est dû à une perfection des découvertes, chaque découverte est une perfection en elle-même, donc, on avance et on va toujours avancer... veux-tu répéter la question?

Q-14 Si on prend la lumière comme exemple, on remarque que au XVIIIe siècle, on la considérait comme constituée de corpuscules, plus tard, elle va être considérée comme une onde, plus tard encore, les explications relatives aux phénomènes lumineux vont changer. A quoi est dû ce changement?

R-14 Ben... Comme je disais tout à l'heure, les techniques avancent, puis souvent les savants reprennent des expériences, des découvertes que certains savants avaient lâchées... ils poussent les inventions plus loin avec les nouvelles techniques...

Q-15 Qu'est-ce qui va arriver à l'ancienne découverte, par rapport à la nouvelle?

R-15 Je pense qu'elle ne sera pas oubliée, on la prend comme base de départ, puis on essaie de la perfectionner.

ANNEXE B

RETRANSCRIPTION DES ENTREVUES

DE L'EXPÉRIMENTATION

LA PRÉSENTATION DES DONNEES

ET LE REGROUPEMENT

E1

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est... (longue hésitation)... à travers ce qu'ils voulaient trouver, ce qu'ils voulaient chercher... les idées, puis les faits qui se sont passés... quelqu'un, dans une civilisation donnée, arrive à trouver quelque chose.*

Q-2 Trouver quelque chose?

R-2 *Oui, ce qu'il cherchait... ben, toujours il essayait de comprendre là d'abord ce qui l'entoure... puis peut-être ramener à lui.*

Q-3 Comment ça, ramener à lui?

R-3 *Ben... l'histoire des sciences, d'abord l'homme voulait comprendre... d'où ce qu'il venait... tu sais.. il essayait de poser des questions.*

Q-4 Donc, l'homme essayait de poser des questions, il voulait comprendre. Quand tu dis "trouver quelque chose", c'est aux découvertes que tu fais allusion, n'est-ce pas?

R-4 *Oui, exactement.*

Q-5 Je pense que tu connais plusieurs exemples de découvertes. Veux-tu me citer un exemple de découverte?

R-5 *Ben... la boussole, par exemple. Tout ce qui a amené l'homme à*

voyager d'abord, puis, peut-être... sais pas...

Question B- C'est quoi une découverte?

R-6 *(Longue hésitation)... C'est trouver quelque chose... pas nécessairement ce que l'on cherche, mais réussir à trouver quelque chose qu'on perçoit... quelque chose qu'on arrive à cerner, qui a de l'importance.*

Q-7 Que veux-tu dire par quelque chose qui a de l'importance?

R-7 *Dans le fond (il fait claquer ses deux doigts), parce que plusieurs expériences... Euh... les découvertes sont trouvées par hasard, le chercheur ne s'attendait pas à ce qu'il a trouvé... puis, il a eu le talent qu'il y avait peut-être quelque chose là...*

Q-8 C'est donc le chercheur qui a du talent qui fait une découverte?

R-8 *C'est grâce au talent, aux connaissances et à l'intuition...*

Q-9 A qui fais-tu allusion?

R-9 *Oh... là, j'ai personne en tête en ce moment là. J'imagine quelqu'un qui cherche, puis qui essaie de trouver.*

Question C- Tu m'as fait penser à des personnages comme Newton, Darwin, Lavoisier, etc... Ces personnages sont souvent cités dans l'enseignement des sciences. Comment t'imagines-tu ces personnages?

R-10 *Comment je les imagine ? (hésitation...) la plupart ont un caractère spécial... ils s'intéressaient à beaucoup de domaines en même temps... ils ont beaucoup d'expérience et de connaissances.*

Q-11 Physiquement?

R-11 *Je n'ai pas de concept exact quant au physique de ce genre de personnages, que ce soit aujourd'hui, ou avant...*

Q-12 Et, intellectuellement, comment tu perçois ce genre de personnage?

R-12 *Il faut que... ça dépasse le goût de la technique, il faut avoir envie de connaître. Ils sont pas le genre à appliquer des choses sans savoir pourquoi... il faut que ça dépasse le goût de la technique, il faut avoir le goût d'apprendre, puis être entêté... (rires).*

Q-13 Comment ça, entêté?

R-13 *Ne pas abandonner à la première difficulté, ne pas céder.*

Question D- Si tu avais la possibilité et le temps pour faire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-14 *J'essaierais de me plonger dans le contexte de l'époque pour comprendre comment... où il était... ce qu'il savait... faire ce qu'il a fait, tu sais? Enfin, comprendre comment il est arrivé à ça, puis je m'étendrais un peu sur le sujet, élargir... tu sais... pour arriver à juste en face de quelque chose, sans trop savoir quoi...*

Q-15 Imagine un peu la situation... tu as le temps... tu es prêt...

R-15 *Ben, je commencerais par consulter les encyclopédies qui m'intéressent, je consulterais des livres, je chercherais des références.*

Q-16 De quoi parlerais-tu?... Dans le cas d'Einstein, on sait qu'il a fait certains calculs et qu'il a émis une théorie... de quoi tu parlerais, toi?

R-16 *Si j'avais à faire un historique sur Einstein, ça ne serait pas seulement la théorie de la relativité... je dirais peut-être... sais*

pas... moi, je suis plutôt porté à ne pas mettre la recherche puis la vie séparées... je ne suis pas porté justement à ça.

Q-17 Tu as parlé tantôt de contexte, qu'est-ce que tu entends pas là?

R-17 *Si on prend, par exemple, une découverte qui a été faite par les Arabes, il y a quelques centaines de... siècles, ça s'est découvert dans un certain milieu, il y avait des pensées qui dirigeaient l'ensemble...*

Q-18 Quel genre de pensées?

R-18 *Ben, c'était ce que véhiculait la religion, principalement.*

Question E- Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque que vers le 17^{ième} siècle, on appliquait le principe de la propagation de la lumière. Plus tard, au 18^{ième} siècle, on a dit que la lumière est constituée de particules. Plus tard encore, on a dit que la lumière est une onde etc... Autrement dit, les explications que fournit la science changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-19 *Ben là ! On peut se demander pourquoi on évolue (rires). C'est au niveau, peut-être, des preuves... on trouve aujourd'hui que certaines des théories qui, par le passé, correspondaient aux faits observés, ne correspondent plus aujourd'hui... puis à partir de cela, on essaie de trouver une autre théorie qui cadre mieux avec les résultats de leurs expériences... toujours en essayant de comprendre plus pour arriver à quelque chose de parfait, ce qui n'est pas possible (rires).*

Q-20 Quand une nouvelle théorie voit le jour, qu'est-ce qui arrive à l'ancienne?

R-20 *Qu'est ce qui arrive à l'ancienne ? La nouvelle théorie convient parfaitement à tout... elle élargit l'ancienne. L'ancienne n'a plus*

qu'une utilité restreinte, comme la mécanique de Newton, puis la relativité... la mécanique de Newton n'est plus valable que pour des cas particuliers, tandis que l'autre est valable dans d'autres cas.

Question F- Est-ce que la science a un passé?

R-21 (hésitation)... Elle a son histoire. La science est faite par des hommes qui, eux, ont vécu... on a parlé d'eux.

Q-22 C'est quoi le passé, selon toi?

R-22 En certains termes, on peut dire c'est de quoi on se rappelle. En des termes plus vagues, on peut dire... sais pas moi... (il hésite beaucoup, et cesse de parler).

Question G- Si on reprend l'exemple de la lumière, on a dit tantôt que le concept de lumière a connu une certaine évolution au cours du temps. De même, ce concept d'atome a connu une certaine évolution. De façon générale, il y a eu une certaine évolution historique de la science. Quels rapports vois-tu entre l'évolution historique de la science, et l'évolution sociale au cours du temps?

R-23 Qui, il y a toujours eu un rapport entre la science et la société... c'est lié... la société, c'est des hommes, puis la science, c'est fait par les hommes. La science dépend de la civilisation... elle dépend aussi de la philosophie que l'on a.

Q-24 Quel est le rôle de la science?

R-24 Je dirais comme d'autres, que son rôle, c'est de défaire ce qu'elle a fait. Elle peut faire avancer l'homme. Dans des buts pratiques, elle peut servir l'homme...

Q-25 Comment cela?

R-25 *Bon... aujourd'hui, il y a de plus en plus de monde, puis la science, par ses moyens, peut aider le développement de l'homme et son bien-être matériel.*

Q-26 Si je comprends bien, la science est aussi un facteur de progrès, selon toi?

R-26 *Si on sait s'en servir (rires).*

Ca va être tout, je te remercie.

E2

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est les étapes que les gens ont pris pour découvrir, pour trouver la meilleure solution à un problème... c'étaient des questions qu'ils s'étaient posées sur un phénomène qu'ils ne pouvaient pas expliquer... les étapes qu'ils ont prises pour répondre aux questions qu'ils se sont posées... A mesure que l'on avance dans les questions, il y a d'autres questions qui sont soulevées.*

Question B- Pour être plus précis, prenons l'exemple de la lumière. Tu sais qu'on avait commencé par appliquer les principes de la propagation rectiligne de la lumière. Plus tard, on a dit que la lumière est constituée de particules, et qu'elle est de nature ondulatoire. Autrement dit, les explications que la science donne aux phénomènes, changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-2 *Oui, là on dit que la lumière est constituée de matière, et que cette matière, c'est des photons... comme là, il y a eu des faits, et ces faits ont défilé les explications précédentes. Cette théorie là, on s'est rendu compte qu'il y avait des particules, on a élargi la question... la lumière se comporte comme une onde... Pour moi, l'histoire des sciences, c'est l'histoire de la façon dont les gens ont pu ouvrir leurs esprits aux questions... Il y a des choses tellement évidentes, qu'elles passent inaperçues. La science, c'est une remise en question de ces choses là.*

Q-3 Comment ça, une remise en question?

R-3 *Sais pas moi. Si je regarde un phénomène... (hésitations) par exemple, Galilée a démontré que, avec des projectiles, qu'ils soient lourds ou non, ils vont toujours à la même vitesse, mais depuis très longtemps, on ne disait pas ça... on disait que plus c'est lourd, plus ça descend vite. Mais Galilée, lui, a dit est-ce vraiment ça? Il a remis en question le fait... on a reconsidéré l'idée, puis on a vu ça sur un autre angle. Puis on s'est aperçu que ce n'était pas vrai.*

Q-4 Je comprends ce que tu veux dire par "remettre en question". Veux-tu me dire ce qui arrive à l'ancienne théorie par rapport à la nouvelle, aussi bien dans le cas de la lumière, que dans celui de la chute des corps?

R-4 *Ben, ce n'est pas seulement dans un domaine, c'est dans tous les domaines. On se sert de toutes les connaissances pour améliorer l'explication précédente... on a beaucoup plus d'éléments pour compléter la connaissance précédente... l'ancienne théorie, si elle est périmée, si elle ne répond plus aux questions que l'on se pose, on l'oublie... mais souvent, elle reste valable, dans certains cas.*

Q-5 Veux-tu préciser davantage?

R-5 *Ben... c'est comme dans le cas de certains animaux qui ont été rejetés par la nature. Ils ne répondaient plus aux nouvelles conditions de la nature, et ne pouvaient pas vivre dans ces conditions... De même, les anciennes explications ont été utiles, elles ont servi à l'évolution de la pensée qui, elle-même, peut être défaite... Mais ce qu'elle a permis, c'est de créer d'autres choses, d'autres idées qui, elles-mêmes, évoluent et donnent de nouvelles idées, de nouvelles théories... etc. C'est une sélection naturelle.*

Question C- Là tu fais allusion à Darwin. Tu viens de dire qu'il y a une certaine évolution au cours du temps de la pensée scientifique. Selon toi, quels rapports y a-t-il eu entre la science et la société, au

cours du temps?

R-6 *Là c'est important. La science doit permettre à l'individu de mieux exister, de mieux vivre dans la société... d'améliorer son niveau de vie. Si la science empêche l'individu d'évoluer, à ce moment là, c'est pas bon... la science pénètre dans la vie de chacun, à tous les jours, et c'est aussi le pourquoi de la science qui devrait aussi être là pour permettre à la société de mieux évoluer... La science, pour moi, elle doit aider les gens à mieux vivre et à évoluer... c'est ça.*

Question D- Si tu avais à faire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-7 *Premièrement, il faut que ça intéresse les gens... comment je vais structurer mon historique... ben là, je vais parler de la façon dont les hommes ont utilisé la science, c'est-à-dire le pourquoi par exemple, en commençant par le pré-historique, puis, tranquillement, la science évolue. Je la situerais dans la civilisation, puis je me rendrais jusqu'à aujourd'hui, avec toutes les étapes qui se sont passées, en utilisant le plus d'éléments possibles. C'est ça qui serait le "fun" de la science.*

Q-8 Qu'est-ce que tu entends par le plus d'éléments possible?

R-8 *C'est-à-dire que si, pour faire une chaise, j'ai deux barreaux et un marteau, ben, il manque les clous. Donc, pour faire une chaise, ça ne fonctionnera pas... bon, les Grecs ont essayé de calculer le tour de la terre... je crois que c'est Ptolémée, je ne sais pas... il lui manquait des éléments, donc, il a mal calculé, mais s'il avait des éléments plus précis, s'il avait les clous et les marteaux, son calcul aurait été plus précis...*

Q-9 Quand on fait un historique, quels sont les clous, les marteaux, et tout ça?

R-9 *Premièrement, ce qui permet à l'homme de comprendre ce qu'il ne comprend pas, c'est l'évolution des outils de la science... par exemple, le télescope, les instruments de mesure... les loupes, etc... L'histoire de la science, c'est l'histoire de la formation de ces gens là, l'histoire des idées qui ont conduit à former ces gens là, l'histoire des idées qu'ont eu ces gens là, et celle des idées qu'ils ont transmises...*

Question E- Tu as parlé tantôt de Ptolémée. Veux-tu me dire comment tu imagines les personnages comme Ptolémée, Darwin, Bohr, Einstein, Newton, etc...?

R-10 *Premièrement, ce sont des gens obscurs. On ne sait pas qui ils sont... bon, ce sont de grands scientifiques... ça c'est d'après la formation que j'ai eue à l'école, mais moi, j'ai poussé un peu plus loin que ça. Je m'aperçois, avec mes lectures, que ce sont tout simplement des gens ordinaires, des gens comme tout le monde. Ce sont tout simplement des gens qui se sont posés des questions auxquelles les autres gens n'avaient pas pensé. C'est des gens qui ont pris le temps de s'arrêter et de regarder les choses autour d'eux... Si on se promène sur un sentier, et que l'on marche derrière un monsieur, et qu'on ne connaît pas ce monsieur... ben, si on sort du sentier, on peut reconnaître ce monsieur, on peut se poser des questions. Tandis que si on avance sans se poser des questions, ben là, on ne voit rien.*

Q-11 Veux-tu préciser comment tu imagines ces personnages?

R-11 *Ben, c'est ça... je ne sais pas s'ils avaient des qualités innées ou s'ils les ont acquises avec leur milieu, mais je note que ce sont des têtes qui sont sorties et qui ont laissé leurs noms. Mais, de toutes façons, ces individus là, ce ne sont pas ELX qui ont découvert toutes ces choses là... De toutes les façons, il ont été à l'université, ils ont connu des gens, puis tous ces gens là avaient une interaction avec eux, et un jour, il a eu l'idée de penser à cette chose là.*

Finally, il a trouvé cette chose là, mais c'est pas III qui a trouvé cette solution, c'est le milieu... Donc, finalement, ce sont les scientifiques qui sont si grands, ou si... c'est qu'ils se sont trouvés dans une situation d'ouverture qui leur a fait poser des questions. Pour moi, ces scientifiques là, c'est juste quelqu'un qui a pris le temps de s'arrêter, puis qui s'est posé des questions...

Question F- Veux-tu me dire ce qu'est une découverte?

R-12 Une découverte, c'est quelque chose qu'on trouve par hasard... c'est quelque chose qui est évidente, qu'on clarifie. C'est quelque chose qu'on s'aperçoit qu'elle existait. Pour moi, une découverte, c'est juste se demander comment un arbre pousse? Comment il fait?

Question G- La science a-t-elle un passé?

R-13 Si elle a une existence, elle a un présent, un futur et un passé. Le passé, c'est ce qui s'est déjà vécu... c'est ce qui était un temps présent... c'est un présent qui s'est terminé (rires).

(rires) Je te remercie, et bonne chance.

E3

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *Ben, ce sont les découvertes qui ont pu être faites... comme quand ils ont dit que la terre était ronde, qu'elle n'était pas plate, que c'est elle qui tournait autour du soleil... la découverte de l'atome...*

Q-2 Qu'est-ce que c'est qu'une découverte?

R-2 *Ben, c'est quand tu découvres quelque chose de nouveau... c'était inconnu pour toi avant, puis là, tu le trouves... comme si personne ne s'était jamais posé de questions.*

Q-3 Comment arrive-t-on à une découverte?

R-3 *En se posant des questions, en faisant des expériences, puis on tire des conclusions. Des fois, on se rend compte qu'on apprend des choses nouvelles.*

Q-4 Veux-tu me donner un exemple de découverte scientifique?

R-4 *... Comme, les vaccins..., le bonhomme s'est demandé qu'est-ce qu'il faut faire pour empêcher quelqu'un d'avoir une maladie, puis il a pris quelqu'un qui avait déjà sa maladie, il l'a examiné, puis il s'est rendu compte qu'en prenant les cellules de cette personne là, il pouvait soigner le microbe de cette maladie là.*

Q-5 Et dans le cas des autres découvertes, comment ça se passe?

R-5 *Ben, dans toutes les découvertes, il y a quelqu'un qui cherche... si on ne cherche pas, on ne trouve rien... souvent ça apporte une solution à un problème, je ne sais pas... Comme celui-là qui a trouvé que la terre était ronde. Si lui il ne l'avait pas prouvé, il n'y aurait personne qui aurait osé faire des grands voyages... il aurait eu peur de tomber au bout, tu sais...*

Question B- Des bonhommes qui ont fait des découvertes comme Galilée, Newton, Bohr, Einstein, Pasteur, Fleming, etc... comment tu les imagines?

R-6 *Ca doit être des gens qui se posent des questions, comment ça marche, pourquoi ci, pourquoi ça. Ca doit être des gens sérieux, très appliqués dans leur travail, qui pensent beaucoup.*

Q-7 Intellectuellement, comment les imagines-tu?

R-7 *Ils doivent avoir un Q.I. très élevé, pas comme celui de nous autres... eux, ils travaillent beaucoup et ils trouvent.*

Question C- Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque qu'au 17^{ième} siècle on appliquait surtout le principe de la propagation rectiligne de la lumière. Plus tard, on a commencé à dire que la lumière est constituée de particules, et plus tard, l'explication a changé. Comment se fait ce changement dans les explications que la science donne aux phénomènes?

R-8 *Je pense que ceux qui ont dit que la lumière c'est ça, ils n'avaient pas tout dit... d'autres sont venus après, puis ont eu du matériel plus précis... ils ont constaté que ce n'était pas tout à fait ça, puis il ont amélioré l'explication... tu sais... quand tu trouves quelque chose, il ne faut pas que tu te dises - je l'ai trouvé - et que tu t'assoies dessus.*

Q-9 Pourquoi?

R-9 *Ben, il faut faire la preuve que c'est vrai...*

Q-10 Quand on amène une explication nouvelle, qu'est-ce qui arrive à l'ancienne?

R-10 *Ben, on ne doit pas la mettre au tiroir... tu sais que quand quelqu'un découvre quelque chose, il s'aperçoit souvent que ce n'est pas comme l'autre l'avait dit auparavant, alors il compare et améliore, je pense...*

Question D- Si tu avais à faire un historique en sciences, comment tu procéderais pour le faire?

R-11 *Je commencerais au début, il y a longtemps, puis je ferais une échelle du temps avec les principales découvertes scientifiques... ensuite, je dirais comment on est passé d'une découverte à une autre. Je dirais ce que ça a amené à notre vie, quelle a été l'influence sur la société.*

Q-12 Veux-tu préciser?

R-12 *La science influence notre mode de vie...*

Q-13 Pour revenir à ton historique, qu'est-ce qui t'intéresserait comme sujet pour faire cet historique?

R-13 *Tout m'intéresse en sciences...*

Q-14 Bon alors, prenons le cas du vaccin que tu as cité tantôt; comment procéderais-tu?

R-14 *Ben... je chercherais dans des livres. J'essaierais d'identifier le problème qui a amené les gens à se poser des questions sur ça...*

Quelle(s) sorte(s) d'expérience(s) ils ont fait et à quelle(s) sorte(s) de conclusion(s) ils sont arrivés, qu'est-ce que ça apporte aujourd'hui...

Question E- La science a-t-elle un passé?

R-15 Bon, bien sûr qu'elle a un passé... elle évolue tous les jours... le passé, ce sont les choses que l'on a découvert en premier.

Q-16 Comment arrive-t-on à connaître le passé?

R-16 Les scientifiques là... quand les gens font quelque chose, ils prennent des notes, c'est à partir de ces documents que l'on peut savoir comment ça s'est passé... c'est de cette manière là qu'on peut savoir... connaître le passé...

Question F- Penses-tu que Newton, s'il avait vécu un siècle plus tôt, il aurait trouvé l'attraction universelle?

R-17 Ben, ça doit... Newton c'est Newton. Pourquoi ne l'aurait-il pas trouvée? S'il avait vécu un siècle plus tôt, il aurait été capable de comprendre les mêmes affaires.

Je te remercie.

E4

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est l'histoire des observations et des expérimentations...du monde qui se sont posés des questions pour savoir comment ça fonctionnait.*

Q-2 Tu me fais penser à des personnages comme Bohr, Millikan, Darwin, Newton, Einstein, etc... Comment tu t'imagines ces personnages?

R-2 *... Comme des personnes qui voulaient comprendre, qui cherchaient beaucoup. C'est du monde intelligent qui voulait savoir comment ça fonctionnait.*

Q-3 Physiquement, comment tu les imagines?

R-3 *Ben, c'est une personne normale, sauf qu'elle est inhabituelle, moins portée vers le travail manuel, c'est une personne qui réfléchit tout le temps, qui cherche beaucoup... une personne très curieuse.*

Question B- Veux-tu me donner un exemple de découverte?

R-4 *Ben, il y en a beaucoup... par exemple, la découverte de la pénicilline.*

Q-5 Comment on est arrivé à cette découverte?

R-5 *Ben... par des expérimentations, en faisant des déductions et des calculs mathématiques.*

Q-6 Qui a fait cette découverte?

R-6 *Un Canadien, je ne me rappelle pas son nom.*

Q-7 Veux-tu me donner un autre exemple de découverte?

R-7 *Newton qui a découvert la gravité... Newton a vu que les corps tombaient, il s'est demandé pourquoi... puis il a émis une hypothèse et fait des calculs mathématiques.*

Question C- Si tu avais la possibilité et le temps de faire un historique en sciences, comment le ferais-tu?

R-8 *Je vais commencer par parler des premiers qui ont fait ça, puis je vais procéder par chronologie pour dire comment ça évolué. Je vais parler des méthodes de trava il, des découvertes qui en ont résulté et comment ça a pu influencer la découverte suivante...*

Q-9 Comment tu vas te mettre au courant de cela?

R-9 *Je vais voir dans les livres, je vais utiliser de la documentation... je vais lire cette documentation, puis je vais voir les faits qui se sont passés et qui ont amené cette découverte.*

Q-10 S'il y a eu des erreurs qui se sont produites, penses-tu que tu vas en parler?

R-10 *Non...*

Q-11 Pourquoi?

R-11 *... en fait, ça peut aider pour montrer que c'est très difficile de trouver ce genre de choses, de faire des inventions, mais ce qui est important, c'est surtout le résultat de ce travail.*

Question D- Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque qu'au 17^{ième} siècle, on appliquait le principe de la propagation rectiligne de la lumière; vers le 18^{ième} siècle, on a commencé à dire que la lumière est constituée de particules, etc... autrement dit, il y a eu du changement dans les explications que donne la science aux phénomènes. Comment se fait ce changement?

R-12 Les savants amènent toujours de nouvelles choses... les nouveaux appareils aident plus qu'avant, puis, il y a des affaires qu'ils n'ont pas pu deviner...

Q-13 Quand une théorie nouvelle arrive, que se passe-t-il pour la précédente?

R-13 C'est la plus récente qui est la meilleure et qui reste... la précédente, elle, s'en va, mais certaines choses restent dans la nouvelle théorie.

Q-14 Au point de vue connaissances, qu'est-ce qui arrive?

R-14 Ben, plus on sait de choses, plus on peut en trouver... plus on peut en trouver, plus on en sait. Ca augmente au carré.

Question E- On a dit, tantôt, que le concept de lumière a évolué au cours du temps. Quels rapports y a-t-il eu au cours du temps, entre la science et la société?

R-15 Il y a toujours eu une influence de la science sur la société... regarde simplement la télévision, la voiture... ils ont bouleversé notre mode de vie. On ne peut plus s'en passer... la science se répercute inévitablement sur la société, on n'a pas le choix...

O.K. Je te remercie.

E5

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est justement ce qui a été découvert par des hommes ou des femmes historiques. C'est l'histoire des personnages qui ont découvert des choses de l'évolution des connaissances de la science.*

Q-2 Cette évolution des connaissances se fait comment?

R-2 *Par des expériences, des recherches que les hommes, les femmes... que les personnages font.*

Q-3 Si on prend le cas précis de la lumière, on remarque qu'au 17^{ième} siècle on appliquait le principe de la propagation rectiligne de la lumière; plus tard, on a commencé à dire qu'elle est constituée de particules, plus tard, encore, on a dit que c'est une onde. Autrement dit, les explications que la science donne aux phénomènes changent avec le temps. Selon toi, comment se fait ce changement?

R-3 *Ben, d'après comment les gens pensent, et en faisant des expériences, ils développent de nouvelles théories.*

Q-4 Et quand une nouvelle théorie arrive, qu'arrive-t-il à l'ancienne?

R-4 *Elle est presque oubliée, parce que, lorsque la nouvelle théorie arrive, elle masque un peu la précédente... elle prend un peu de l'ancienne théorie, et la complète...*

Q-5 Veux-tu expliciter davantage?

R-5 *Ben, on se sert de l'ancienne pour faire des recherches... pour continuer des recherches, ensuite de ça, on la complète avec de nouvelles explications...*

Question B- Tu dis qu'on fait des recherches, qu'est-ce qu'on recherche en fait?

R-6 *(rires) Je ne sais pas... on recherche de nouveaux trucs, de nouvelles choses pour faire des découvertes... un nouveau sérum, une nouvelle loi... ben tout... ça dépend de ce que la personne veut aller chercher... si la personne est en médecine, elle va essayer de découvrir un nouveau produit, elle va étudier là-dedans... Si une autre personne aperçoit la lumière et veut créer là-dedans, elle va chercher là-dedans pour essayer de créer une nouvelle chose...*

Q-7 Tu dis que c'est pour faire de nouvelles découvertes, peut-tu me dire ce que c'est qu'une découverte?

R-7 *Ben, c'est trouver quelque chose de nouveau... je ne sais pas moi...*

Q-8 Comment arrive-t-on à ce quelque chose de nouveau?

R-8 *C'est parce que des personnages font des recherches... comme j'ai dit tantôt, ça dépend du domaine... dans chaque domaine, il y a des recherches qui se font. Si on prend le cas de la lumière, un personnage faisait des recherches et s'est aperçu que ce n'était pas tout à fait ça, ensuite de ça, à l'aide du matériel, il a trouvé que la lumière ne se propageait pas en ligne droite...*

Question C- Les personnages comme Fresnel, Descartes, Darwin, Newton, Einstein, etc... comment tu les imagines?

R-9 *Toujours en train d'étudier... des gens qui recherchent beaucoup, qui ont dû faire ça pendant une grande partie de leur vie... ils devaient*

avoir un quotient intellectuel assez élevé, assez haut. Ils se sont penchés sur un problème, ils se sont posés des questions, puis il ont trouvé des réponses.

Q-10 Physiquement, comment tu imagines ce genre de personnages?

R-10 Ben, ça dépend, il doit y avoir de tous les genres... des grands, des gros, des maigres, des vieux, des jeunes... quand ils ont fait leur(s) découverte(s), ils devaient au moins avoir trente ans, peut-être quarante... peut-être plus vieux encore, parce que ça devait être long pour trouver des réponses à leurs problèmes.

Question D- Si tu avais la possibilité de faire un historique en sciences, comment tu procéderais pour le faire?

R-11 Je retournerais à la source, au tout début, puis je décrirais comment ça a évolué. L'algèbre, au début, les gens ont commencé à compter sur leurs doigts, puis après ça, tranquillement, des personnes ont amené de nouvelles idées, des formules, puis ça s'est développé jusqu'à maintenant...

Q-12 S'il y a eu des erreurs de faites, vas-tu les mentionner dans ton historique?

R-12 Peut-être que oui...

Q-13 Pourquoi?

R-13 Pour voir l'erreur qui a été faite... pourquoi elle a été faite, puis, après ça, une autre personne a trouvé l'erreur, puis à partir de quoi, elle a trouvé l'erreur, comment elle a trouvé l'erreur, puis comment elle a rectifié cette erreur là... parce que, si on ne fait rien, ça va être quelqu'un d'autre qui va faire cette erreur.

Q-14 Tu penses donc faire des rectifications...

R-14 *Oui, beaucoup je crois, parce que... on n'avait pas tous les outils nécessaires au début, puis on a avancé des hypothèses, puis ça a été corrigé par la suite...*

Question E- Veux-tu me donner un exemple de découverte?

R-15 *Ben, l'évolution de Darwin... l'atome de Bohr... il y en a beaucoup.*

Q-16 Qu'est-ce qu'il a découvert, Darwin?

R-16 *Darwin a dit que l'homme est un descendant du singe, il a expliqué ça avec des cellules, des plantes... puis, il a dit qu'il y a eu évolution... qu'il y a eu des animaux primitifs, puis ensuite des animaux plus complexes.*

Q-17 Penses-tu que Darwin aurait trouvé cette explication s'il avait vécu le siècle précédent?

R-17 *Je ne sais pas... je ne crois pas que ça aurait changé quelque chose, parce qu'il serait resté le même, il regardait la nature... je ne pense pas que ça aurait changé quelque chose... peut-être que s'il avait vécu avant ou après, ça aurait changé quelque chose, mais ça n'aurait pas changé grand chose, je ne suis pas sûre.*

Q-18 Penses-tu que c'est aussi le cas pour Bohr?

R-18 *Je ne connais pas grand chose sur Bohr.*

Q-19 Et pour Newton?

R-19 *Je ne connais pas.*

Q-20 Dans le cas général, penses-tu qu'un scientifique qui a découvert une chose, aurait trouvé cette même chose s'il avait vécu avant ou après

son époque?

R-20 *C'est toujours à partir des choses qui ont été faites avant, qu'il a pu faire sa découverte, son travail... S'il avait vécu cinquante ans avant et que les autres choses n'avaient pas été trouvées, là il n'aurait pas pu le faire, mais c'est le seul point qui ferait que ça dérangerait là...*

Question F- Si on reprend l'exemple de la lumière, on a vu que le concept de lumière a évolué au cours des siècles. Quels rapports, selon toi, existaient-ils entre la science et la société?

R-21 *Je pense que la société a évolué un peu, avait d'autres besoins de connaissances, pour évoluer justement, puis ça prenait des gens qui se posaient des questions... des gens qui trouvaient d'autres explications, ce qui amène une évolution en sciences.*

Q-22 Tu veux dire qu'il y a évolution dans la science et évolution dans la société...

R-22 *Oui, je pense que les deux vont ensemble, parce que, plus t'as de connaissance... plus la société connaît de choses, plus elle peut évoluer... grâce à la science, il y a plus de communications, on est plus ouvert sur le monde, on connaît plus de choses sur le monde.*

O.K. Je te remercie.

E6

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *Comment ça, l'histoire des sciences? Tu veux dire des éléments que je rattache à la science...*

Q-2 Oui... l'histoire des sciences en tant que matière, de quoi serait-elle constituée?

R-2 *Ben... des principales découvertes qui ont été faites... (beaucoup d'hésitations)*

Q-3 Veux-tu me donner un exemple de découverte scientifique?

R-3 *Ben... Archimède avec le principe des poids des choses... Il faisait plonger des choses dans des liquides... puis, je ne sais plus trop quoi... (rires)*

Q-4 Veux-tu me donner un autre exemple?

R-4 *(hésitations... rires) Je ne sais pas.*

Q-5 As-tu déjà entendu parler de la gravité?

R-5 *Oui... ben, je crois que c'est Newton quand il a reçu une pomme sur la tête... (rires) puis là, il a dit que tout ce qui montait redescendait, et que tout ce qui tombait, c'est à cause de l'attraction de la terre...*

Question B- Les personnes comme Newton, Archimède, Darwin, Einstein, etc... comment tu les imagines?

R-6 *Ben, chacun à son époque devait avoir un physique différent, de même leurs manières de s'habiller... mais dans la manière de penser, ils se ressemblaient parce qu'ils ont tous fait des découvertes...*

Q-7 Comment ça la manière de penser?

R-7 *Ben, leurs manières de penser... s'il y en avait d'autres qui étaient passés avant eux et qui avaient découvert certaines choses, ceux qui venaient après avaient déjà ça, et là, à partir des découvertes des autres, ils faisaient eux-mêmes des découvertes...*

Q-8 Ces personnages là, justement, comment tu les imagines?

R-8 *Ils devaient être très intéressants. Ils devaient être super-intelligents, très doués et assez curieux.*

Question C- Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque que vers le 17ième siècle, on appliquait souvent le principe de la propagation rectiligne de la lumière. Plus tard, au 18ième siècle, on a dit que la lumière est constituée de particules. Plus tard encore, l'explication a changé. Autrement dit, les explications que fournit la science changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-9 *Tu veux dire que... il y a du monde qui disait que la lumière c'est comme ça, et plus tard, il y en a eu d'autres qui ont dit c'est pas ça... ben, c'est parce que plus les connaissances qu'on a augmentent et se perfectionnent, ... à un moment donné, on va dire que c'est comme ça, et plus tard, le matériel qu'on a va être plus poussé, poussé, et on va dire que c'est pas exactement comme ça...*

Q-10 Lorsque le matériel devient plus précis, les explications peuvent changer... c'est ça que tu veux dire?...

R-10 *Oui, je pense que c'est ça...*

Q-11 *Lorsqu'une explication arrive après une autre, qu'est-ce qui arrive à la précédente?*

R-11 *Ah ben... ça doit sûrement se compléter, à moins que ce soit une erreur grave... mais la première ne doit pas venir dire que la précédente, c'est tout faux, ce qu'il y a dedans... elle va la compléter. Il doit y avoir une qui est plus belle.*

Q-12 *Tu veux dire que la deuxième théorie complète la précédente, si j'ai bien compris?*

R-12 *Ben... on prend les éléments... Si t'as la découverte que tu viens de faire, tu prends les éléments qui sont un peu comme la tienne, et tu les mets avec la théorie précédente, et là, tu en as une nouvelle.*

Question D- *Si on reprend les théories relatives au concept de lumière, on a vu tantôt qu'il y a eu une certaine évolution dans les explications que fournit la science au cours du temps. Quels ont été les rapports entre la science et la société au cours du temps?*

R-13 *Ben... il y a beaucoup de monde qui ne savait pas la théorie de la gravité et beaucoup de monde qui ne la sait pas encore, ça ne dérange pas grand chose... c'est sûr qu'il y a eu des découvertes qui ont influencé le monde, qui l'ont fait progresser... plus ça se développe, plus la société est obligée de s'adapter à ça.*

Q-14 *Donc, la société doit s'adapter à la science?*

R-14 *Je pense que ça se fait comme ça...*

Q-15 *Tantôt tu as parlé "de matériel de la science", veux-tu me préciser ce que tu entends par là?*

R-15 *Ben c'est sûr... les produits de la technique sont nécessaires et utiles à la vie quotidienne... regarde la voiture, la télévision, et tout ça... c'est nécessaire et ça influence la société.*

Question E- Si tu avais la possibilité et le temps pour faire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-16 *Ben, premièrement, je choisirais la personne qui a fait la découverte, je vais parler de la découverte qu'il a fait, de ce personnage, puis... sais pas moi... de quelle façon ça a changé le monde, comment ça a influencé le monde... puis je vais consulter des livres...*

Q-17 Tu as dit des livres. Et si tu trouves des informations différentes dans deux livres différents, que vas-tu faire?

R-17 *(rires) Ben, si j'en ai trois et que deux disent la même affaire et le troisième ne dit pas la même affaire, je prendrais ce que disent les deux...*

Question F- *(rires)* Est-ce que la science a un passé?

R-18 *Si la science a un passé?.... Ben, c'est sûr... ça fait longtemps que ça a commencé... ça a commencé avec les premiers hommes...*

Q-19 Comment arrive-t-on à connaître le passé?

R-19 *C'est par des livres... qui ont écrit comment c'était... les hommes qui ont fait des recherches ont certainement écrit des choses sur ce qu'ils ont fait...*

Je te remercie.

E7

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *Ben, si on prend, par exemple, le 17^{ième} siècle, des savants ont commencé à faire des calculs, à calculer la loi de la pesanteur... et tout ça... la plupart se sont fait passer pour des fous, c'est peut-être des fous en avance...*

Q-2 Comment ça, des fous en avance?

R-2 *Dans leur temps, ils passaient pour des fous parce qu'ils réfléchissaient sur des choses sur lesquelles les autres n'avaient pas pensées...*

Q-3 Qui, par exemple...?

R-3 *Ben... les premiers qui ont dit que la terre était ronde, comme Newton qui faisait de grands calculs, on le trouvait en avance... il était supérieur aux autres, c'est pour ça... comme il était savant, il faisait beaucoup de calculs et il était en avance... il était plus intelligent que les autres... il avait su cultiver son intelligence plus que les autres...*

Q-4 Les personnages comme Darwin, Lavoisier, Pasteur, Bohr, etc... comment tu les imagines?

R-4 *(hésitations) Comme de grands penseurs... ils pensaient dans leurs têtes à des méthodes... ils devaient être toujours... peut-être pas toujours, mais, souvent là, à chercher dans des livres, ils devaient*

avoir de la discipline, une méthode stricte. Ils ne devaient pas avoir le même rythme de vie que les autres, il étaient absorbés par leurs calculs... ça devait être du monde très intelligent... c'est l'idée que je me fais de ces personnages.

Question B- Tu as parlé de Newton tantôt. Peux-tu me dire ce que Newton a fait au juste?

R-5 *Ben, l'histoire dit que... il était assis sous un pommier, et qu'il a reçu une pomme sur la tête... je ne sais pas si c'est vraiment ça, mais toujours est-il qu'il s'est aperçu que tous les corps retombaient vers la terre. Puis, en faisant des calculs, il a déterminé la pesanteur de l'air et des objets... c'est en observant, surtout, qu'il a eu l'idée de faire plus de calculs...*

Q-6 Vers quelle époque a-t-il vécu?

R-6 *Quand on dit dix-huit cent et quelques, c'est le 19ième siècle... oui, c'est ça, c'est au 19ième siècle...*

Q-7 Penses-tu que s'il avait vécu au 18ième siècle, il aurait trouvé l'attraction universelle?

R-7 *Peut-être aussi qu'il l'aurait trouvée, peut-être aussi, dans ce temps là, les instruments et la science auraient été moins évolués, peut-être qu'il n'aurait pas fait la même découverte...*

Q-8 Et s'il avait vécu plus tard?

R-8 *Là, il l'aurait trouvée, parce que les instruments seraient plus évolués... et peut-être même que quelqu'un d'autre l'aurait trouvée avant lui. Mais lui, il aurait quand même trouvé quelque chose parce que lui, il n'a pas changé, c'est le même homme... il va encore aller chercher et expliquer les phénomènes naturels à cette heure.*

Question C- Dans le cas de la lumière, on disait, au 17^{ième} siècle que la lumière se propageait en ligne droite, plus tard, au 18^{ième} siècle, on a commencé à dire que la lumière est constituée de particules. Je veux dire par là, que les explications que donne la science aux phénomènes, changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-9 *Ben, ils font une première théorie, puis là, ils vérifient, puis ils s'aperçoivent que ça ne marche pas, ce qui fait que ça bloque la théorie, ce qui amène une autre théorie. C'est comme ça. Plus la science évolue, plus on a d'autres idées.*

Question D- On vient de dire qu'il y a eu une certaine évolution au cours du temps, des explications relatives au concept de lumière. Au cours du temps, quels ont été les rapports entre la science et la société?

R-11 *Peut-être que les hommes s'intéressaient moins à ça. C'était les hommes de sciences qui s'intéressaient à ce genre de choses... en tout cas, moi, j'ai l'impression que maintenant, dans le monde, les gens sont plus informés sur les phénomènes physiques et chimiques, comme savoir la lumière c'est quoi en fin de compte...*

Q-12 Sur le plan social, qu'est-ce qu'il en est?

R-12 *Ben, ça influence notre mode de vie, les nouvelles découvertes... Si quelqu'un trouve un nouveau produit, il améliore des choses chez le public en général, et là, ça influence...*

Question E- Est-ce que la science a un passé?

R-13 *Un passé? Ça fait très longtemps que ça existe. Dès que le monde est arrivé, il y avait des éléments et des gens qui mettaient ces éléments ensemble, qui les mélangeaient, qui essayaient de trouver des nouvelles formules...*

E8

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *Euh.. d'après moi, c'est tout ce qui a apporté des choses... des choses qu'on a connues... par exemple, quand les gens disaient que la terre était ronde... je veux dire que c'est un fait qui, d'après moi, on ne connaissait pas.*

Q-2 Donc, l'histoire des sciences serait constituée de choses qui ont été déjà faites. Veux-tu me donner un exemple?

R-2 *Bon... par exemple, l'électricité découverte dans l'eau... c'est quelque chose qu'on ne connaissait pas, et qui a apporté beaucoup de choses à la société.*

Q-3 Qu'est-ce qu'elle a apporté à la société?

R-3 *Ben... je veux dire que si on n'avait pas l'électricité... (rires) je veux dire, l'eau est une importante ressource sur la terre... bon, on peut toujours la faire à partir d'autres choses. Si on n'avait pas l'électricité... j'allais donner l'exemple de ton magnétophone... bon, il fonctionne maintenant avec piles, mais s'il était branché sur du courant, ça serait grâce à lui que...*

Question B- Tu as parlé de société, quels ont été les rapports entre la science et la société au cours du temps, dans le passé de la science?

R-4 *On n'a pas de contact, nous autres, pour développer ça... je veux dire, ça nous apporte... c'est pas nous autres qui avons fait que*

Q-14 Et comment arrivera-t-on à le connaître?

R-14 *Ben, il faut s'informer... des fois, quand on voit la télé, ou quand on entend la radio, on entend parler des découvertes, on va aller voir ce qui se passe, on va aller s'informer... chercher dans des livres pour savoir ce qui s'est passé...*

Question F- Si tu avais à faire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-15 *J'irais voir dans les livres... les premiers hommes qui ont commencé à penser à la chose... les premiers qui ont commencé à travailler sur ça. Je parlerais de ces hommes et des suivants, jusqu'à ceux de maintenant. je dirais comment ils pensaient, puis leurs observations, et ce qu'ils ont trouvé.*

Q-16 C'est de cela que tu vas parler...?

R-16 *Parler surtout des expériences qui ont été faites, puis, s'attarder aux personnages, parce que d'habitude, on connaît le nom du personnage, mais on ne connaît pas les démarches qu'il a suivies pour arriver à ce qu'il a trouvé, comment il a travaillé dans son laboratoire...*

O.K. Je te remercie, et bonne chance à ton examen.

l'eau apporte de l'électricité dans les maisons...ce n'est pas toute la société qui a fait quelque chose pour ça, mais ça permet à tout le monde d'utiliser la technologie...

Q-5 Veux-tu préciser un peu?

R-5 *Je veux dire que ça nous aide à évoluer... ça nous donne des chances de faire des choses pour aller plus vite... je veux dire des moyens de locomotion... la science a beaucoup d'applications, et ces applications se répercutent sur la société... on n'a pas le choix.*

Question C- Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque que vers le 17^{ième} siècle, on disait que la lumière se propageait en ligne droite. Plus tard, on a dit que la lumière est constituée de particules, et qu'elle ne se propageait pas en ligne droite. Autrement dit, les explications, que fournit la science, changent avec le temps. Comment se fait ce changement?

R-6 *Ben, c'est avec des choses qui bloquent qu'on essaie de trouver qu'est-ce qui faisait que... par exemple, quand on parle de théorie, tu penses avoir quelque chose, puis là, t'arrives, puis il y a une barrière et il faut que tu trouves une explication... avec des expériences.*

Q-7 Puis, quand on trouve une explication nouvelle, qu'est-ce qui arrive à la précédente?

R-7 *J'ai l'impression qu'elle peut encore servir sur certains points... lorsqu'on trouve une nouvelle chose, on laisse peut-être un peu de côté certains éléments de l'ancienne. Si une théorie n'est plus bonne, on va faire ressortir des éléments, et les compléter avec la nouvelle théorie... Si on trouve quelque chose de plus bon, ça ne veut pas dire qu'on ne va plus se servir de l'autre... il y a toujours des choses bonnes dans l'ancienne, des choses que l'on garde et que l'on complète...*

Question D- Si tu avais à faire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-8 *(rires) Si j'avais à faire un historique en sciences... je consulterais des livres... c'est très vaste, la science en général, je prendrais un sujet en particulier, puis il y a sûrement des documents à un certain point...*

Q-9 Et de quoi vas-tu parler, une fois le sujet choisi?

R-9 *Ben, je vais parler du personnage, de ce qu'il a trouvé... à quoi ça a servi, cette chose là... quand je pense à l'électricité, ben, lui, il a trouvé ça, puis un autre s'est servi de ça pour trouver autre chose, etc... Je vais parler comment ça s'est fait... c'est difficile de remonter très loin, aux premiers... mais on peut toujours dire comment on a pu... comment ça a avancé d'un savant à un autre...*

Q-10 Dans le cas de l'électricité, veux-tu me dire par qui et quand ça été fait?

R-10 *Je ne connais pas le nom du bonhomme qui a trouvé ça... je crois que c'est au 18ième siècle...*

Q-11 Penses-tu que si ce bonhomme avait vécu au 17ième siècle, il aurait trouvé ce qu'il a trouvé?

R-11 *Je ne sais pas... mais il ne faut pas oublier qu'il y avait des choses qui ont été faites pendant le 17ième siècle, et qui étaient nécessaires pour lui au 18ième siècle. Le personnage, en tant que tel, serait resté le même, s'il n'avait pas trouvé ça... s'il avait vécu au 17ième siècle, il aurait trouvé autre chose. Ça serait toujours comme à l'aide des découvertes précédantes, ou ça serait par pur hasard...*

Q-12 Comment ça, par pur hasard?

R-12 *Ben, sais pas, l'histoire qui dit... c'est qui ça... celui qui a reçu une pomme sur la tête, et qui a parlé de gravité?*

Q-13 Newton, peut-être?

R-13 *Oui, Newton. C'est à partir d'un hasard comme ?... Il a reçu une pomme sur la tête, puis il a dit: "pourquoi elle n'est pas montée au ciel" ? Puis, c'est ça, il a décidé de savoir pourquoi, puis, il a fait des recherches.*

Question E- La science a-t-elle un passé?

R-14 *Ben... la science, ça a toujours existé, c'est sûr que ça a un passé.*

Q-15 Comment connaît-on le passé de la science?

R-15 *Ben... grâce aux découvertes qui ont eu lieu... la roue, le feu, etc... parce que, quand on peut parler de l'histoire au début, la science, vraiment c'est le résultat de toutes les découvertes... on arrive à connaître ce genre de choses surtout grâce aux documents, à l'écriture...*

O.K. Je te remercie.

E9

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *Au moyen âge, ils pensaient que la terre était le centre de l'univers, parce qu'ils connaissaient rien, eux-mêmes... ils n'étaient pas assez avancés, et pas assez vigilants.*

Q-2 L'histoire des sciences, en tant que matière, de quoi serait-elle constituée?

R-2 *Ce qui compose l'histoire des sciences, ce sont les découvertes comme l'atome, la compression des gaz...*

Q-3 Quand tu dis la découverte de l'atome, à quoi tu penses?

R-3 *Ben, que l'atome a des protons et des électrons.*

Q-4 Comment ça été découvert?

R-4 *Par des observations et des expériences... à l'aide du microscope, à l'aide d'expériences pas tellement usuelles, parce que, dans le cas de la découverte, ils doivent expliquer des choses qui n'existaient pas auparavant... et à force d'agencer des lois qui existaient déjà, ça finit par faire quelque chose qui se rapportait aux choses qui ont été faites.*

Question B- Les personnages comme Bohr, Mendel, Darwin, Newton, Einstein, etc... comment tu les imagines?

R-5 *Je les imagine comme des passionnés de l'abstrait, des gens qui dorment pas beaucoup, avec des cheveux bizarres, des horaires irréguliers...*

Q-6 Comment ça?

R-6 *Quand ils ont une idée, ils l'essaient même s'ils allaient se coucher, des repas à des heures loin d'être fixes... ben, un peu comme les agriculteurs avec la météo, ils sont à la merci de leurs pensées, c'est tout ce que je peux dire...*

Question C- D'accord. Si on prend le cas de la lumière, on remarque que, vers le 17ième siècle, on disait que la lumière se propage en ligne droite; plus tard, au 18ième siècle, on a dit qu'elle ne se propageait pas en ligne droite, et qu'elle est constituée de particules. Autrement dit, les explications de la science changent au cours du temps, comment se fait ce changement?

R-7 *Il y a de nouvelles techniques qui nous font avancer beaucoup. Comme l'électronique a fait avancer beaucoup quelque chose qui n'était pas calculable... c'est l'avancement des autres sciences qui aide à compléter...*

Q-8 Comment cela?

R-8 *Ben... en synthétisant ce qu'il y avait déjà, et en essayant de trouver des choses qu'on ne connaissait pas avant... Les méthodes de calcul qui changent aussi, et qui deviennent de plus en plus rapides.*

Q-9 Donc, c'est à cause des nouvelles méthodes de calcul et des nouvelles techniques que les explications de la science changent. Et quand une nouvelle explication arrive, qu'est-ce qui arrive à l'ancienne?

R-9 *En général, on reste attaché à elle pendant un certain temps, parce qu'on était adapté à elle.*

Question D- On a dit, tantôt, que le concept de lumière a connu un certain changement au cours du temps. De même, le concept d'atome a connu, lui aussi, une certaine évolution. De façon générale, il y a eu une certaine évolution historique de la science; quels rapports vois-tu entre l'évolution historique de la science, et l'évolution sociale, au cours du temps?

R-10 La religion a été contre la science. Les gens étaient bornés, ils n'admettaient pas ce qui n'était pas visible. Ils ne pouvaient pas imaginer que l'on pouvait aller sur la lune, et des choses comme ça...

Q-11 Selon toi, quel a été le rôle de la science?

R-11 Son rôle, c'est d'expliquer les phénomènes qui sont inattendus, d'expliquer ce qui n'était pas prévu... (il s'arrête de parler).

Question E- Si tu avais à écrire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-12 En essayant de regarder ce que les autres ont déjà fait comme documentation... en essayant de synthétiser et d'y ajouter ce que je sais. Je parlerais des personnages, de leurs observations et des expériences qu'ils ont faites.

Q-13 Si tu as choisi l'attraction universelle pour faire ton historique, de quoi vas-tu parler?

R-13 Ben, des forces, des accélérations, de Newton... et tout ça.

Q-14 Veux-tu me dire comment Newton est arrivé à l'attraction universelle?

R-14 Ben, c'est avec des pesées et des champs électriques. Il a dit que tout ce qui montait redescendait, qu'il y avait toujours une

attraction proportionnelle au poids, et que la résistance de l'air avait une influence.

Question F- Est-ce que la science a un passé?

R-15 Bien sûr. Ce qui s'est passé l'année dernière va permettre à d'autres choses de se concrétiser, ce qui permet un enchaînement des nouvelles techniques.

Q-16 Comment arrive-t-on à connaître le passé?

R-16 Par les écrits, les livres, les choses à l'intérieur des cavernes. Quand les gens ne savaient pas écrire, ils gravaient sur les murs, dans des cavernes. Il y a aussi la tradition orale, etc...

Je te remercie.

E10

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *L'histoire des sciences, selon moi, qu'est-ce que c'est? Ben, ce sont toutes les découvertes qui ont été faites, les unes après les autres, qui ont été trouvées par les chercheurs et des savants. C'est tout ce qui a changé... on pensait que c'était le soleil qui tournait autour de la terre, et ça été changé... C'est un fait historique, puis... l'histoire des sciences est constituée de toutes les formules qui ont été découvertes, de tous les faits qui ont été trouvés... (rires)*

Question B- Puis, comment arrive-t-on à une découverte?

R-2 *Par des recherches, par des expériences, et des essais...*

Q-3 Qu'est-ce que c'est qu'une découverte?

R-3 *Ben, on cherche quelque chose, et on le trouve... on savait que les forces existaient, mais on ne savait pas les calculer. On a fait des expériences, on marque les données, et on essaie des formules jusqu'à ce que ça... jusqu'à ce qu'on arrive à la réalité.*

Q-4 Donc, cette recherche se fait pour trouver la réalité?

R-4 *Oui, la réalité... la vérité. Pour trouver une théorie et qu'on puisse calculer théoriquement ce qui est concret...*

Q-5 Veux-tu expliciter ton idée?

R-5 *Ce qui est concret, c'est ce qui arrive dans la réalité, ce qu'on peut observer, puis, la théorie, c'est ce qu'on peut calculer sans voir ce qui se passe.*

Q-6 Comment naît une théorie?

R-6 *Après plusieurs calculs, plusieurs recherches, et plusieurs expériences.*

Q-7 Comment passe-t-on d'une théorie à une autre? Dans le cas de la lumière, on disait, au 17^{ième} siècle, que la lumière se propage en ligne droite. Plus tard, au 18^{ième} siècle, on a dit qu'elle était constituée de particules. Autrement dit, les explications que donne la science aux phénomènes, changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-7 *Toujours en observant. Si ce n'est pas la bonne théorie, ça ne marche pas. On fait des calculs, et dans la réalité, on s'aperçoit qu'il y a une erreur quelque part, puis, après ça, il y a quelqu'un qui va penser et qui va avoir une idée... Ben, si la lumière est constituée de particules, on fait de nouveaux essais, de nouvelles expériences, et on trouve une nouvelle théorie, puis, après ça, quelqu'un qui trouve une nouvelle erreur, essaie une nouvelle expérience, et ça recommence jusqu'à ce que ce soit la vraie théorie.*

Q-8 Et qu'arrive-t-il à l'ancienne théorie?

R-8 *On ne l'oublie pas. Ça a toujours des rapports, sauf qu'à un moment donné, on change quelques affaires, puis on garde ce qui est bon...*

Question C- Si tu avais à faire un historique en science, comment procéderais-tu pour le faire?

R-9 *Ben... Savoir ce que l'homme a premièrement découvert. Quand ils ont commencé les mathématiques, les premiers calculs qui ont été faits,*

et comment ça a évolué.

Q-10 De quoi parlerais-tu dans ton historique?

R-10 *Je crois que je prendrais Isaac Newton, parce-que son histoire de pomme est intéressante (rires).*

Q-11 Comment ça?

R-11 *Il a découvert la théorie de la gravitation universelle en recevant une pomme sur la tête. Je trouve ça original. Donc, je le prendrais, lui. Je dirais comment c'est arrivé, cette histoire de la pomme, et les questions qu'il se posait... Je parlerais des expériences qu'il a faites... et si je faisais l'historique de toutes les sciences, ben là... si je prends la physique, je dirais qu'est-ce qui a été en premier découvert, en quelle date, puis, après ça, en cinématique, en électricité... je donnerais des dates, des personnages, comme un calendrier.*

Question D- Les personnages comme Bohr, Darwin, Mendel, Newton, etc... comment tu les imagines?

R-12 *Comment je les imagine? Ben... de grands savants, avec des cheveux gris, des lunettes, qui font plein d'expériences (rires).*

Q-13 Comment ça?

R-13 *Ben... Par ce qu'ils sont très intelligents, ils sont ambitieux, ils essaient tout le temps, puis, la nuit, comme le jour, quand ils ont une idée, ils continuent à faire leurs expériences, jusqu'à ce qu'ils trouvent (rires).*

Question E- On a dit tantôt que les explications que la science donne aux phénomènes, changent au cours du temps. Quels ont été les rapports entre la science et la société au cours du temps?

R-14 *La société était pas mal contre les théories scientifiques... comme celle qui disait que la terre était ronde, le monde ne croyait pas à ça, jusqu'à ce que ça a été prouvé... Au début, la société n'était pas pour ces savants là, mais maintenant, au 20ième siècle, c'est sûr que les gens sont plus ouvert à la science, c'est logique.*

Q-15 Quel a été le rôle de la science dans la société?

R-15 *La science aide beaucoup la société... la santé, les hôpitaux, on en a besoin. Pour aller sur la lune, par exemple. Si on n'avait pas de science, on ne pourrait pas, puis, c'est sûr que, même si on n'avait pas encore découvert jusqu'à maintenant ce qui a été découvert, ça aurait été fait plus tard... dans le fond, c'est une destinée.*

Q-16 Si Newton avait vécu un siècle plus tôt, aurait-il trouvé la théorie de l'attraction universelle?

R-16 *Je ne sais pas quels autres savants ont vécu à son époque, mais je pense quand même qu'il s'est servi des découvertes précédentes. Il l'aurait peut-être trouvée, peut-être pas, peut-être que quelqu'un d'autre l'aurait trouvée avant lui. Mais lui, il aurait trouvé autre chose...*

Question F- La science a-t-elle un passé?

R-17 *Ben... depuis que le monde existe, il y a de la science partout... Je veux dire que tout arrive dans le concret, pas dans la théorie, dans l'abstrait.*

Q-18 Comment arrive-t-on à le connaître?

R-18 *Par des recherches scientifiques, on peut savoir depuis combien de temps ça existe, comment ça a été créé... l'évolution, puis Darwin, puis tout ça... (rires).*

Q-19 Darwin te fait rire?

R-19 *Ben, il a découvert la théorie de l'évolution...*

Q-20 Et qu'est-ce qu'il a dit?

R-20 *Ah... je ne sais plus.. je pense qu'il a parlé de génétique...
Qu'est-ce qu'il a fait Darwin?*

Q-21 Tu me poses la question? Ben, Darwin avait fait un voyage qui a duré cinq ans. A son retour, il avait accumulé plusieurs observations qu'il avait faites sur des animaux, des végétaux, des humains, et aussi sur des minéraux. Il a dit que les espèces évoluent. Tu n'as pas vu cela en cours de biologie?

R-21 *Oui, je l'ai étudié, et j'ai étudié l'autre qui disait que les girafes avaient un grand cou parce que les feuilles étaient hautes et elles devaient manger... donc à force d'étirer le cou, ceux-ci devenaient plus longs...*

Je te remercie.

E11

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *L'histoire des sciences.' Ben, d'abord, je trouve que les sciences, ça nous apporte beaucoup. Ça nous développe... au point de vue mental, ça nous montre que... premièrement, on peut faire un parallèle avec comme eux pensaient avant... pour moi, les sciences ça me développe au point de vue mental...*

Q-2 L'histoire des sciences, de quoi est-elle composée?

R-2 *Elle est constituée des différentes études qu'ont faites les différents savants, comme Aristote, Pasteur... Newton, Darwin...*

Q-3 Bohr, Mendel, etc... ils sont plusieurs. Comment tu les imagines, de façon générale?

R-3 *Barbus, en arrière d'un bureau avec plein d'éprouvettes autour d'eux (rires), et avec des bouchons dans les oreilles...*

Q-4 (rires) Comment ça, des bouchons dans les oreilles?

R-4 *C'est une face, parce que j'en mets tout le temps pour étudier. Ça permet de se concentrer, et ces personnes sont bien concentrées. C'est comme ça que je les image.*

Q-5 Veux-tu préciser un peu?

R-5 *Ce sont des génies...*

Q-6 Comment ça, des génies?

R-6 *C'est-à-dire, des personnes qui ne parlent pas beaucoup, qui sont tout le temps pressés, à la dernière minute, qui ont tout le temps quelque chose à faire... C'est quelqu'un qui a tout le temps le nez dans ses livres, qui veut toujours en savoir plus. C'est comme ça que je perçois un génie.*

Question B- Ces personnes là, comment elles arrivent à une découverte?

R-7 *Par des expériences, par des hypothèses, par des observations. Ils font des observations, puis des hypothèses, puis, ils établissent des liens entre les hypothèses et les observations. Si l'hypothèse n'est pas bonne, ils vont en créer une nouvelle, plus précise.*

Q-8 Qu'est-ce que c'est qu'une découverte?

R-8 *C'est quelque chose d'inédit, que personne n'a encore pensée. C'est une personne qui a beaucoup d'imagination, qui a pu la faire. C'est quelque chose d'inédit, tu sais... quelque chose qui vient un peu par hasard, mais qui demande beaucoup de travail. Il faut d'abord avoir une idée pour découvrir ça, comme celui qui a planté un morceau de bois, puis qui a vu que l'ombre tournait, et qui a dit que c'est le soleil qui tourne autour de la terre.*

Question C- Comment se fait le changement dans les explications que la science donne aux phénomènes?

R-9 *Ca change surtout avec le temps... plus les personnes avancent dans le temps, plus elles sont évoluées, plus elles ont de nouvelles idées, puis plus t'as d'idées qui peuvent être réfutées, plus t'as d'hypothèses...*

Q-10 Tu as dit "des idées"?

R-10 *Oui, ce sont les idées qui changent dans le temps... prenons juste la théorie de l'évolution. Nos pauvres catholiques disaient que ça s'est formé comme ça en trois jours ou quatre, je ne m'en souviens pas... en tout cas, avec le temps, les personnes ont évolué, et ont dit que c'est pas ça en tout, c'est une cellule... en fait, ils n'ont pas de preuves, eux autres, ils se fiaient juste à un manuscrit que...*

Q-11 Les explications que la science a donné aux phénomènes naturels ont changé avec le temps. Quels ont été les rapports entre la science et la société, au cours du temps?

R-11 *Ca été très controversé, ça, c'est sûr... c'est surtout les vieux, les anciens qui ont arrêté la marche de l'évolution, parce qu'ils avaient des croyances... tu sais, quand ça fait quarante ans que tu dis qu'il y a quelqu'un en haut puis... là, du jour au lendemain, il y a quelqu'un qui t'apporte une brique, qui te dit regarde ça, et dis-moi ce que tu en penses... Tu sais... tu as là quarante ans de conviction et deux cents misérables feuilles, puis tu regardes ça, puis tu penses que ça détruit toutes tes quarante ans... tu sais.*

Question D- Si tu avais à faire un historique en sciences, comment le ferais-tu?

R-12 *Un historique en sciences ! Je commencerais par m'informer dans des livres, des documents... Moi, ce que je traiterais surtout, c'est la biologie. J'adore ça en tout cas, puis la chimie aussi. C'est ça. Je m'informerai chez les anciens, les professeurs, parce que eux, ils ont plus de science que nous autres...*

Q-13 Qu'est-ce qui serait important à dire?

R-13 *Ben, il faut parler de l'évolution de la science à travers les âges, de la façon de penser des savants... je parlerais aussi des différentes théories qui ont été sorties par chaque personne, puis...*

(rires) je conclurais.

Question E- Est-ce que la science a un passé?

R-14 Ah oui ! La science a un passé, certainement, à cause qu'il y a eu plus qu'une loi qui est sortie...

Q-15 Comment arrive-t-on à le connaître?

R-15 On le connaît à cause des livres qui ont été écrits, de l'enseignement qui est donné... on le connaît par des livres, des profs, des lois...

Q-16 Comment ça, des lois?

R-16 Ben, des lois qui ont été sorties, que... une pomme qui tombait, c'est qu'elle est attirée par la force de la gravitation universelle...

Q-17 Pourquoi spécialement la pomme?

R-17 Je ne sais pas, c'est sorti de même...

Q-18 Es-tu au courant de l'histoire de la pomme?

R-18 Un monsieur... ben, c'était Newton qui dormait sous un pommier. Soudain, une pomme lui est tombée sur la tête; ce qui fait que là, il s'est demandé pourquoi la pomme lui est tombée sur la tête, au lieu de monter dans les airs. Puis là, il a découvert la loi de... je ne sais plus trop quoi...

Q-19 La loi de l'attraction universelle?

R-19 Oui, c'est ça.

Q-20 Et Darwin, qu'est-ce qu'il a fait?

R-20 *Oui, Darwin, c'est la théorie de l'évolution. Il controversait avec Lamarck. Lamarck lui, c'était une théorie du besoin et du non-besoin. que si t'avais plus besoin de ton bras, il s'atrophiait, puis hop !, tu le perdais, tandis que Darwin, lui, c'est une adaptation avec les âges.*

Q-21 Penses-tu que Darwin aurait trouvé cette théorie s'il avait vécu un siècle plus tard?

R-21 *Moi, je pense que c'était son destin, je pense que oui.*

Je te remercie de ta participation.

E12

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est parti un peu de l'ignorance de l'homme. On disait que la terre était plate et que, si on allait au bout, on pouvait tomber. Après, ça été expérimenté par des gens qui ont du courage, ça a pris quelques années, et ça a été prouvé difficilement.*

Q-2 Tu dis que cela a été prouvé difficilement?

R-2 *Ben c'est... si aujourd'hui quelqu'un disait que la terre n'est pas ronde et qu'elle est carrée, dans la tête des gens, c'est comme ça depuis des siècles. Ca ne peut pas changer tout de suite, de même...*

Q-3 L'histoire des sciences, non tant que matière, de quoi est-elle constituée?

R-3 *Des chercheurs et de ce qu'ils ont fait. Je ne suis pas bien renseigné là-dessus.*

Q-4 Quand tu as dit des chercheurs, tu m'as fait penser à des personnages comme Darwin, Mendel, Newton, Mendeliev, etc... Comment tu imagines ces personnages?

R-4 *Physiquement, je les imagine assez âgés, des personnes calmes qui sont très précises, et qui aiment la précision. Ce sont des personnes solitaires, qui vivent isolées du monde.*

Q-5 Et intellectuellement?

R-5 *Intellectuellement, ce sont des personnes supérieures, qui savent chercher dans le bon endroit, donc, ils doivent être supérieurs à tout le reste de la population. Rien qu'Einstein qui a montré la gravité, franchement, il faut savoir le prouver... Les autres pouvaient le savoir, mais pour trouver le cheminement pour le prouver, il faut être quelqu'un.*

Q-6 Tu as parlé de gravité, veux-tu me dire ce que c'est?

R-6 *On est tous attirés par le centre de la terre. Tout ce qui monte redescend vers la terre.*

Q-7 Veux-tu me dire comment ça a été trouvé?

R-7 *Je ne sais pas.*

Q-8 Comment arrive-t-on à une découverte, en général?

R-8 *Par des tests, par des faits, tout ce qui est lancé dans les airs peut retomber. C'est en faisant plusieurs expériences...*

Q-9 Et dans le cas de la théorie de l'évolution, comment est-on arrivé à cette théorie?

R-9 *La théorie de l'évolution... j'ai oublié... C'est l'année passée que nous l'avons étudiée.*

Question B- Si on prend l'exemple de la lumière, on remarque qu'on disait, au 17^{ième} siècle, que la lumière se propageait en ligne droite. Plus tard, au 18^{ième} siècle, on a commencé à dire que la lumière est constituée de particules; plus tard encore, on a dit que la lumière, c'est une onde. Autrement dit, les explications, que la science donne aux phénomènes, changent avec le temps. Comment se fait ce changement?

R-10 *C'est justement... Quand on disait que la lumière est rectiligne, il y a une personne qui a dit ça... je ne peux pas dire comment elle l'a prouvé. Plus la science avançait, plus il y a eu d'instruments... il y a eu le microscope, puis on pouvait grossir les images, on pouvait alors regarder comment ça se fait que la lumière se disperse... le prisme qu'ils avaient était rudimentaire, l'arc en ciel était moins élaboré... plus ça avançait, plus ça s'améliorait. C'est le progrès, en fin de compte, qui a aidé à faire ce changement... On ne peut pas comparer l'intelligence d'une personne qui a vécu il y a trois siècles et celle qui a vécu il y a un siècle, parce que les appareils dont ils disposaient n'étaient pas les mêmes.*

Q-11 Autrement dit, c'est l'appareillage qui détermine le changement des explications de la science. Lorsqu'une nouvelle connaissance voit le jour, qu'arrive-t-il à l'ancienne?

R-11 *L'ancienne explication n'est plus bonne, mais on la garde pour montrer l'évolution... comme ce que j'ai dit tantôt, la terre est plate, ce n'est plus bon, mais on la garde pour montrer comment on pensait... Puis, en fin de compte, ils ne faisaient pas de grands voyages, ils avaient peur de tomber en bas.*

Q-12 On garde l'ancienne quand même...?

R-12 *On la garde pour la culture, pour connaître l'évolution...*

Question C- Quels ont été les rapports entre la science et la société, au cours du temps?

R-13 *La science a toujours influencé la société. Lorsqu'il y a eu la gravité, personne n'a voulu le croire... Comment vous dire ça? La science a toujours influencé la société.*

Q-14 Une influence sur quel(s) plan(s)?

R-14 *Partout on mange, c'est chimique. Notre appareil digestif va tout digérer, c'est de la science... on reste au sol c'est encore la science... on fait n'importe quoi, c'est encore la science.*

Question D- Est-ce que la science a un passé?

R-15 *C'est sûr... Comme on disait tantôt, il y a eu tel chercheur qui a trouvé telle chose... avant, il y avait d'autres choses, avant il y avait d'autres choses... c'est sûr que ça remonte à loin, les hommes des cavernes, ils ont trouvé de quoi.*

Q-16 Comment arrive-t-on à connaître le passé?

R-16 *Par des choses qu'on trouve... par les ruines qui restent. On creuse quelque part, puis on trouve des statuettes, puis on se demande d'où ça vient...*

Q-17 Si tu avais à écrire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-17 *Je regarderais les principaux chercheurs, puis je verrais ce qu'ils ont fait, en quelle année, puis je dirais ce que cette théorie a donné de nouveau, ce qu'elle a apporté... est-ce que ça a été bon ou pas bon.*

Q-18 Si cette théorie n'est pas bonne, c'est peut-être à cause des erreurs?

R-18 *Non, c'est pas à cause des erreurs. C'est certainement à cause des appareils qui n'étaient pas assez précis... ils avaient des machines rudimentaires, en fin de compte... A cette heure, ils n'imaginent plus, parce qu'ils ont plus de matériel...*

Ca va être tout, je te remercie.

E13

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *Ca dépend des sciences... Si c'est la physique, la biologie... Dans le cas de la biologie, ce serait l'histoire des hommes et de leurs rapports avec la nature. Pour la physique, ce serait une histoire des moyens... tu sais... des expériences pour dire comment telle chose est faite... et en chimie, ce serait l'atome... comment il a été trouvé...*

Q-2 Quelle est celle de ces trois matières qui t'intéresse le plus?

R-2 *La bio.*

Q-3 Veux-tu me préciser ce que c'est que l'histoire de la biologie?

R-3 *Ben... c'est l'histoire des rapports entre les hommes et la nature, des principales découvertes qui ont été faites.*

Q-4 Veux-tu me donner un exemple de découverte?

R-4 *Les hommes descendaient du singe... ben là, pas tout à fait du singe, je ne sais plus trop de quoi... ça remonte de bien, bien loin. Ce sont toutes des suppositions, avec des écritures et tout ça...*

Q-5 Qui a dit cela?

R-5 *Ah, ben là... je ne sais plus.*

Q-6 Ca ne serait pas Darwin?

R-6 *Oui, je pense que c'est ça.*

Q-7 Sais-tu comment on est arrivé à la théorie de l'évolution?

R-7 *Non.*

Q-8 Darwin a vécu au 17^{ième} siècle. Penses-tu que s'il avait vécu deux siècles plus tôt, il aurait élaboré cette théorie?

R-8 *Ben, je ne pense pas, parce que si c'était des singes à ce moment-là, ils ne pouvaient pas savoir qu'ils changeraient et qu'ils deviendraient plus évolués...*

Q-9 Mais c'étaient déjà des hommes au 17^{ième} siècle?

R-9 *Ah, c'est au 17^{ième} siècle que tu parles. Ben... je ne pense pas qu'il aurait trouvé la théorie de l'évolution, parce que, à cette heure, les moyens techniques étaient beaucoup moins évolués qu'au 19^{ième} siècle. C'est pour ça que moi je dis qu'il l'aurait trouvée s'il avait vécu plus tard, mais pas plus tôt.*

Q-10 De façon générale, comment arrive-t-on à une découverte?

R-10 *Par des recherches, des expériences... une "gang", tous ensemble, travaillent, puis on arrive à une découverte.*

Question B- Quand tu dis une "gang", tu me fais penser à des personnages comme Darwin, Bohr, Newton, Mendel, etc... Comment tu imagines ces personnages?

R-11 *Bien sérieux, là, intelligents... tu sais... bien collés à leur devoir, qui aiment toujours aller de l'avant... ils sont bien*

(bolés).

Q-12 Comment?

R-12 *Bolés ! Tu ne sais pas ce que c'est? Ca veut dire très calés dans leur matière.*

Q-13 Et physiquement, comment tu les imagines?

R-13 *Comme Einstein... avec des grands cheveux là, tu sais... puis (hésitations) laids (rires).*

Q-14 Comment cela?

R-14 *Je ne les imagine pas bien, bien beaux. Ils travaillent beaucoup. Pour trouver des affaires de même, premièrement, ça prend quelqu'un qui "bosse"... il faut être très intelligent... je ne trouverais pas ça, moi.*

Question C- Pourquoi? Tant qu'il y a de la vie, il y a de l'espoir. Si on prend l'exemple de la lumière, on disait qu'elle se propage en ligne droite. Plus tard, on a commencé à dire qu'elle est constituée de particules. Plus tard encore, on a commencé à dire que c'est une onde. Les explications que la science donne aux phénomènes changent au cours du temps. Comment se fait ce changement?

R-15 *C'est parce qu'ils découvrent... Au début, c'est un peu la même chose... tu sais... ils n'avaient pas bien, bien les moyens pour expliquer les choses... ils n'avaient pas les appareils, ce qui fait que c'était très général. Mais, à cette heure, c'est devenu très perfectionné, et c'est de même qu'on peut découvrir de plus en plus de choses.*

Q-16 Donc, c'est l'appareillage qui est à l'origine de ce changement?

R-16 *On ne peut pas dire que les autres ne sont pas intelligents, mais, à cette heure, les hommes sont bien, bien intelligents.*

Q-17 Et quand une nouvelle explication arrive, que se passe-t-il pour l'ancienne?

R-17 *Elle ne disparaît pas d'un coup. Elle reste là, on l'améliore et avec le temps, elle risque d'être oubliée... Moi, je pense qu'ils partent tout le temps de l'ancienne, puis il l'améliorent tout le temps, le fond reste pareil.*

Question D- Au cours du temps, quels ont été les rapports entre la science et la société?

R-18 *Ca évolue... A cette heure, le monde est plus porté à aller vers les sciences et tout ça... la science a un peu rapport avec toutes les choses qui se sont faites... la science évolue, donc, nous autres on évolue.*

Q-19 Quel est le rôle social de la science, selon toi?

R-19 *Je ne sais pas.*

Question E- La science a-t-elle un passé?

R-20 *Comme je disais tantôt, tout part de la même chose, avec, admettons, une nouvelle expérience, une nouvelle théorie... il y a toujours de ce qu'il y avait avant, un peu dedans... tu sais... on le voit moins, mais il est là.*

Q-21 Et comment arrive-t-on à connaître le passé?

R-21 *Ben... en faisant des expériences, par des recherches, en fouillant dans les anciens livres... tu sais... par ce que ces bonhommes là ont écrit. S'ils ont fait des expériences, ils ont de toutes manières*

fait des livres.

Q-22 Si toi tu avais à faire un historique en science, comment tu le ferais?

R-22 *Je choisirais la bio... je dirais ce qu'il y a dedans, temps par temps... comment ça a commencé et comment ça s'est perfectionné... Même s'il y aurait quelque chose qui se serait passée et, qu'à cette heure, on n'en parle plus, j'en parlerais quand même, et toute l'évolution de ça, jusqu'à aujourd'hui.*

Je te remercie et bonne chance.

E14

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est l'évolution des découvertes de nouvelles choses... ben, sais pas... Quand ils ont découvert que la terre était ronde, c'est parce qu'il y en a un qui s'est décidé de se promener autour de la terre. Bien souvent, c'est à partir d'une théorie. Ils ont regardé si la théorie était bonne, et ils ont dit... bon, ça marche. Tant qu'ils ne trouveront pas que ça ne marche pas, ils vont la garder.*

Q-2 Prenons le cas précis de la lumière. On disait, vers le 17^{ième} siècle, que la lumière se propage en ligne droite. Plus tard, on a dit que la lumière est constituée de particules. Comment se fait le changement dans les explications que la science donne aux phénomènes?

R-2 *Ben, c'est par des expériences... Quand ils ont fait les expériences pour la lumière, ça marchait pour l'un, et aussi pour l'autre. Mais il se peut aussi que ça marche, ou ça ne marche pas, je ne sais pas, moi.*

Q-3 Quand une nouvelle explication naît, qu'arrive-t-il à l'ancienne?

R-3 *S'ils ont fait des expériences et que ça n'a pas marché avec l'ancien cas, ben, ils vont enlever certaines choses et ils vont en ajouter d'autres... autrement dit, ça va toujours s'ajouter.*

Q-4 Donc, l'ancienne explication complète et élargit la précédente...?

R-4 *Oui, c'est ça?*

Question B- Veux-tu me dire ce que c'est qu'une découverte?

R-5 *Une découverte ! Ben, c'est quand quelqu'un trouve quelque chose qui n'était pas encore trouvée... il s'est arrêté sur quelque chose, puis, il a approfondi le sujet. Il a fait des expériences, il a regardé ses résultats, puis, certainement, il a trouvé la nouvelle chose.*

Q-6 Comment arrive-t-on, en général, à une découverte?

R-6 *C'est un coup de chance. Ça arrive sur la chance... tu tombes dessus. Tu ne peux pas décider de faire une découverte et ça vient de même (il fait claquer ses deux doigts). On ne peut pas dire " Je vais étudier ça, puis, je vais faire une découverte ". C'est pour ça que moi, je dis qu'une découverte, ça se trouve par hasard...*

Q-7 Y a-t-il quelque chose qui influence ce hasard, cette découverte?

R-7 *Ben... je ne sais pas, moi. Un clic de génie...*

Q-8 Comment cela?

R-8 *Ben... Comme lorsque Rutherford a découvert l'atome. Il travaillait, puis il s'est dit " C'est ça ", puis il l'a découvert, comme ça... il a certainement fait des expériences pour dire que c'est comme ça.*

Question C- Les personnages comme Rutherford, Bohr, Darwin, Newton, etc..., comment tu les imagines?

R-9 *Ce sont des personnes qui rêvent pas mal. Il y en a qui étaient traités de fous... Je pense à Newton ou à Einstein, quand ils ont sorti leurs théories, le monde ne les prenait pas au sérieux. Ils se sont dit " Ça ne se peut pas ", mais, après des études, ils ont dit " Son affaire, ça a du bon sens ".*

Q-10 Physiquement, comment tu les imagines?

R-10 *Physiquement ! C'est dur... je crois que... je ne sais pas, j'ai aucune idée.*

Question D- On a dit tantôt que les explications de la science changent au cours des siècles. Quels rapports y a-t-il entre la science et la société, au cours du temps?

R-11 *Ben, par exemple, lorsqu'il y a eu le téléphone, on a pu se parler de loin... lorsqu'il y a eu la voiture, on a pu voyager... La science aide beaucoup la société.*

Q-12 Veux-tu préciser, s'il te plaît?

R-12 *Ben, je ne sais pas, moi... Les produits de la science influencent beaucoup la société. Le mode de vie ne pouvait pas être le même avant et après la découverte de l'automobile... je ne sais pas, moi...*

Question E- Est-ce que la science a un passé?

R-13 *Si la science a un passé ! Ben, elle doit bien en avoir un. Si elle a un avenir, elle doit avoir un passé... ça a toujours un avenir, puisque tout s'ajoute l'un à l'arrière de l'autre...*

Q-14 Et comment arrive-t-on à connaître le passé?

R-14 *C'est d'après les vieilles théories qui ont été faites au début... regarde la cas de l'atome, ça a évolué, ça a changé... c'est par ces changements qu'on connaît le passé.*

Q-15 Si tu avais à écrire un historique en sciences, comment procéderais-tu pour le faire?

R-15 *Ben, je parlerais des grandes découvertes qui ont eu lieu... si, par exemple, je choisis la découverte du téléphone, je ferais l'historique en disant en quelle année il a été trouvé... je dirais*

comment il a évolué, évolué, évolué, jusqu'à aujourd'hui... c'est comme ça que je ferais dans les autres cas, pour tous, ce serait la même chose.

Q-16 Que veux-tu dire par " évolué " ?

R-16 *Ben... le matériel a évolué, la mentalité des gens aussi...*

Je te remercie.

E15

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *L'histoire des sciences, d'après moi, c'est une évolution, parce que chaque savant a fait un petit quelque chose, puis, l'autre après amène autre chose qui vient compléter ce que l'autre a fait avant lui. C'est une évolution, c'est quelque chose qui continue tout le temps.*

Q-2 L'histoire des sciences, c'est une évolution. Dans le cas de la lumière, on a dit, au 17^{ième} siècle, que la lumière se propage en ligne droite. Plus tard, au 18^{ième} siècle, on a dit qu'elle est constituée de particules. Comment se fait le changement dans les explications que la science attribue aux phénomènes?

R-2 *A mon avis, c'est parce que lorsqu'une personne fait une théorie, une autre personne pense à autre chose, et, dans ce cas aussi, ça fonctionne... c'est ce qui s'est produit dans le cas de la lumière. Des fois, elle se comporte comme une onde, d'autres fois, elle se comporte comme des particules...*

Q-3 Et, lorsqu'une nouvelle explication est élaborée, qu'arrive-t-il à l'ancienne?

R-3 *Ca dépend dans quel cas. Des fois, elle la complète, des fois elle la contredit aussi... mais souvent, elle la complète. Comme Einstein, sa théorie contredit certaines lois de Newton, mais elle complète la théorie de Newton.*

Question B- Comment arrive-t-on à une découverte?

R-4 *Moi, je pense que c'est à force de travailler et de persévérer. On fait des observations, on émet des hypothèses, on fait des vérifications... à mon avis, c'est comme ça.*

Q-5 Qu'est-ce que c'est qu'une découverte?

R-5 *(rires) C'est quelque chose que jamais quelqu'un avait trouvé ça, ou avait vu ça, c'est quelque chose de nouveau, qu'on trouve comme ça, par hasard.*

Question C- Les personnages comme Einstein, Newton, Darwin, Bohr, etc... comment tu les imagines?

R-6 *Euh... à mon avis, ce sont des gens qui adorent ce qu'ils font, ce sont des passionnés de la science. Je ne sais pas, moi... Pour avoir trouvé quelque chose comme ça, il faut que le gars ait beaucoup travaillé, il faut qu'il ait vraiment cherché, et passé beaucoup de nuits. Ce sont vraiment des persévérants, ils ne se fatiguent pas facilement....*

Q-7 Comment cela, " persévérants " ?

R-7 *Je pense justement que la persévérance, c'est quelque chose que... tu l'as ou tu l'as pas. Tu veux ou tu veux pas. Ca va venir tout seul... mais, si tu n'as pas le coeur de faire ça, ça ne viendra jamais.*

Q-8 Tu as dit que c'est quelque chose qu'on a ou qu'on n'a pas, est-ce que c'est inné?

R-8 *Oui, c'est ça... à mon avis, il y a quelque chose en lui qui le pousse vers... qui le pousse à continuer... même des fois, je me dis que c'est difficile, la recherche, parce qu'on bute, puis on se relève... en faisant de la recherche, on bute, on bûche. Aussi, on*

travaille... (rires)

Question D- (rires) Quels ont été les rapports entre la science et la société, au cours du temps?

R-9 *La science a beaucoup aidé et influencé la société. Quand je pense aux inventions comme la télévision, la machine à laver, ça a beaucoup aidé l'homme, comme par exemple, les ordinateurs... ça aide l'homme à progresser et ça peut aussi le rendre esclave...*

Q-10 Ah bon !

R-10 *Oui, parce que moi, je me vois très mal faire un examen sans ma calculatrice... si j'arrive un matin, puis j'ai oublié ma calculatrice, ça va aller mal...*

Question E- La science a-t-elle un passé?

R-11 *Oui, puisque la science existe depuis que l'homme a commencé à s'intéresser à ce qu'il y avait autour de lui, et puis, ça a évolué...*

Q-12 Et comment arrive-t-on à le connaître?

R-12 *C'est d'après ce qui est resté, comme leurs travaux ont, comme les découvertes archéologiques ont fait... c'est comme ça, à mon avis, qu'on arrive à le connaître.*

Question F- Si tu avais à écrire un historique en science, comment le ferais-tu?

R-13 *Je remonterais le plus loin possible et je décrirais les étapes de toute cette évolution... La science, c'est un domaine vaste. On pourrait, par exemple, prendre la roue. On peut parler des principales découvertes, des principales inventions, celles qui nous*

touchent directement... je trouve ça important.

Q-14 Prenons le cas d'une découverte, qu'est-ce qui est important à dire?

R-14 *Moi, la première fois que j'ai lu sur la roue, j'ai appris beaucoup, et ça m'a beaucoup intéressé... je ne savais pas qu'on avait essayé de la faire carrée, puis triangulaire, puis, ça n'avait pas fonctionné. Je ne savais pas que la roue avait une histoire, puis j'ai trouvé ça super. En roulant comme ça, l'homme a pu faire énormément de progrès en agriculture, dans les moyens de transport... tout ça.*

Q-15 C'est de cela que tu vas parler?

R-15 *Oui, de tout ça, et des personnages qui ont fait ça, parce que je trouve que ce sont des modèles à suivre... Moi, je trouve que c'est important de travailler comme eux, même... Si on bâche et on bute, il faut continuer.*

Q-16 Comment cela, " on bute " ?

R-16 *C'est comme Pasteur, quand il a parlé de microbes. C'était son idée à lui... Les gens, eux, avaient une autre idée et ne voulaient pas le croire... Pasteur a persévéré, et finalement, la génération spontanée va être rejetée.*

O.K. je te remercie.

E16

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est tout ce qui étudiait les phénomènes qui existent sur terre... les gens qui faisaient des découvertes...*

Q-2 Veux-tu m'en donner un exemple?

R-2 *Ben, comme Einstein, c'est lui qui a découvert la théorie de la relativité. Je ne peux pas dire comment il est arrivé là.*

Q-3 Je sais que tu n'as pas encore étudié cette théorie. De façon générale, comment arrive-t-on à une découverte?

R-3 *En observant beaucoup, en faisant des calculs, en prenant des notes... moi, j'en ai jamais faite (rires).*

Question B- (rires) Les personnages comme Einstein, Bohr, Darwin, Newton, etc... comment tu les imagines?

R-4 *Des personnes retirées, un peu perdues, rêveurs beaucoup... des gens qui voient loin.*

Q-5 Veux-tu préciser un peu?

R-5 *La plupart d'entre eux étaient très brillants. Ils poussent très loin leur raisonnement, ce qui fait que leurs esprits se développent... Intellectuellement, c'est à force de chercher que tu développes ton cerveau.*

Q-6 Et physiquement?

R-6 *Ca ne devait pas être des gens bien bien sportifs, bien bâtis. Il travaillaient beaucoup et passaient tout leur temps à chercher...*

Question C- Si on prend le cas de la lumière, on remarque, qu'au 17^{ième} siècle, on a commencé à appliquer le principe de la propagation rectiligne de la lumière. Plus tard, on a commencé à dire que la lumière est constituée de particules, et plus tard encore, l'explication va changer. Comment se fait le changement dans les explications que la science attribue aux phénomènes?

R-7 *Ben, plus on rapetisse, plus on trouve. Plus on cherche loin dans le petit, plus on voit des choses, et plus il y a de matériel précis, plus il y a de changements...*

Q-8 Lorsqu'une explication nouvelle apparaît, qu'arrive-t-il à l'ancienne?

R-8 *La plupart des anciennes explications restent vraies, mais elles ne sont pas complètes. C'est à partir de ces premières explications qu'on arrive aux autres, en les complétant continuellement...*

Q-9 Veux-tu préciser ton idée?

R-9 *Il y a toujours des débuts qu'il faut améliorer... les premières explications n'ont pas été faites avec des instruments bien bien précis... ce qui fait que le progrès, ça aide.*

Q-10 Donc, c'est la précision de l'appareillage qui est à l'origine du changement dans les explications...

R-10 *Oui. Plus c'est précis, plus on peut aller loin. Plus on peut aller dans le petit, plus on découvre de choses.*

Question D- Quels ont été les rapports entre la science et la société au cours du temps, au cours des siècles?

R-11 *La science a permis de découvrir beaucoup d'instruments, d'appareils qui influencent le comportement physique et moral des gens. Si la société a pu évoluer, c'est grâce à la science.*

Q-12 Est-ce que la science est un facteur de progrès?

R-12 *Ah oui, beaucoup. La science a influencé beaucoup le mode de vie de la société... Avant que Bell découvre le téléphone, on ne pouvait pas communiquer d'un continent à l'autre... ça a changé toute la façon de vivre.*

Question E- La science a-t-elle un passé?

R-13 *Ben oui, bien sûr. Ça a commencé par la biologie, les animaux, un peu l'évolution de l'homme, avant que l'homme étudie ces changements. Il y en a eu, des changements...*

Q-14 Comment arrive-t-on à connaître le passé?

R-14 *Par la transmission... je veux dire ça se transmet par les livres. Les anciens qui ont découvert toutes sortes de choses, ils écrivaient... puis, de génération en génération, ça a été transmis...*

Q-15 Si toi, tu avais à écrire un historique en sciences, comment le ferais-tu?

R-15 *Ben... je choisirais quelque chose qui m'intéresse, je me renseignerais et je chercherais. Je parlerais des origines de ce sujet là, tu sais, comment ça a débuté, comment ça a évolué, qu'est-ce que ça a apporté... je parlerais de personnages.*

Q-16 Et si ces personnages ont commis des erreurs, vas-tu en parler?

R-16 *On ne peut pas les considérer comme des erreurs... ils ne se sont pas trompés, c'est un manque de précision qui est dû aux instruments, aux moyens techniques moins perfectionnés, moins précis.*

Q-17 Peux-tu me dire ce que c'est qu'un fait historique?

R-17 *C'est quelque chose qui reste gravé dans les mémoires, dans les livres...*

Q-18 Veux-tu me donner un exemple?

R-18 *Ben... c'est comme le nom de Newton.*

Q-19 Qu'est-ce qu'il a fait, Newton?

R-19 *Ben, il a vu une pomme tomber, puis il a déduit la force de la gravité. Il a dit pourquoi la terre est ronde et pourquoi on reste dessus...*

Je te remercie.

E17

Préambule - Quelques exemples relatifs à l'héliocentrisme, au géocentrisme, à l'atome, à la lumière...

Question A- Ce sont là ce qu'on appelle généralement des faits historiques. Selon toi, qu'est-ce que c'est que l'histoire des sciences?

R-1 *C'est quelque chose qui évolue... puis il y a des erreurs qui se font, je ne sais pas, moi...*

Q-2 Qu'est ce que tu veux dire par là?

R-2 *En chimie, par exemple, il y a quelque chose qui m'a frappé... Quand on dit que les électrons circulent dans un sens, puis là, en physique, c'est les ions qui circulent dans ce sens, c'est tout mêlé, c'est le contraire complètement... C'est cette sorte d'affaire qui fait retarder l'avancement de la science.*

Q-3 Comment cela?

R-3 *Moi, je trouve, personnellement, que ça n'avance pas assez vite. Ce genre d'erreurs, ça retarde toujours.*

Q-4 Si tu avais à faire un historique en science, vas-tu parler de ce genre de chose?

R-4 *De ce petit détail là, non... je ne penserais pas, c'est un petit détail insignifiant.*

Q-5 Et de l'erreur en général, vas-tu en parler dans ton historique?

R-5 *Ben, ça n'avancera pas à grand chose. C'est mieux de parler de ce qui est bon... ça ne sert à rien de dire qu'avant, le monde pensait*

que c'est comme ça. Autant dire, oubliez-les.

Question B- Si on prend le cas de la lumière, on remarque que, vers le 17^{ième} siècle, on a dit que celle-ci se propage en ligne droite. Plus tard, vers le 18^{ième} siècle, on a dit que la lumière est constituée de particules. Plus tard encore, l'explication a changé. Comment se fait ce changement dans les explications que la science donne aux phénomènes?

R-6 *A force de faire des expériences, à un moment donné, on trouve des choses qui donnent une autre façon d'expliquer... C'est ça, c'est à force de faire des expériences, on finit par trouver la bonne théorie.*

Q-7 Qu'est-ce qui arrive à la théorie précédente?

R-7 *On l'enseigne quand même, pour montrer comment on pensait, et on y ajoute ce qu'il y a de nouveau.*

Q-8 Veux-tu me dire ce qu'a fait Newton?

R-8 *Ben, Newton ! Si on ne l'avait pas eu, ça aurait peut-être été un autre... de même pour Einstein. Si ce n'était pas lui qui aurait inventé la théorie de la relativité, ça aurait été un autre. Si on ne connaissait pas encore la relativité, on ne serait pas aussi avancé... ben, on serait retardé pas mal.*

Question C- Comment imagines-tu les personnages comme Newton, Einstein, Bohr, Darwin, Pasteur, etc...?

R-9 *Je les imagine comme des personnages qui ont un très bon sens d'observation, une intelligence bien au-dessus de la moyenne... Comme Newton, c'est pas " fitté " son affaire. Il n'avait ni calculatrice, ni rien.*

R-15 C'est surtout ce que chacun a découvert, ses expériences...

Je te remercie et bonne chance.

B.1 Étude des réponses relatives au thème 1:
Les faits historiques et les documents

B.1.1 La présentation des données

L'élève 1

- 1) C'est... (longue hésitation) à travers ce qu'ils voulaient trouver, ce qu'ils voulaient chercher... les idées, puis les faits qui se sont passés...
- 2) J'essaierais de me plonger dans le contexte de l'époque pour comprendre comment... où il était... ce qu'il savait... faire ce qu'il a fait, tu sais?
- 3) Enfin, comprendre comment il est arrivé à ça, puis je m'étendrais un peu sur le sujet, élargir... tu sais... pour arriver à juste une face de quelque chose sans trop savoir quoi...
- 4) Je commencerais par consulter les encyclopédies qui m'intéressent, je consulterais des livres, je chercherais des références.
- 5) Si je faisais un historique sur Einstein, ça ne serait pas seulement la théorie de la relativité... je dirais peut-être...
- 6) Si on prend par exemple une découverte qui aurait été faite par les Arabes, il y a quelques centaines de... siècles, ça s'est découvert dans un certain milieu, il y avait des pensées qui dirigeaient l'ensemble...

L'élève 2

- 1) (l'histoire des sciences) c'est les étapes que les gens ont pris pour découvrir, pour trouver la meilleure solution à un problème...
- 2) C'était des questions qu'ils s'étaient posées sur un phénomène qu'ils ne pouvaient pas expliquer... les étapes qu'ils ont pris pour répondre aux

questions qu'ils se sont posées.

3) Je vais parler de la façon dont les hommes ont utilisé la science, c'est-à-dire le pourquoi, par exemple, en commençant par le préhistorique puis tranquillement, la science évolue.

4) Je la situerais dans la civilisation puis dans la façon de penser des gens, puis je me rendrais jusqu'à aujourd'hui avec toutes les étapes qui se sont passées, en utilisant le plus d'éléments possibles, c'est ça qui serait le "fun" de la science.

5) L'histoire de la science, c'est l'histoire de la formation de ces gens là, l'histoire des idées qui ont conduit à former ces gens-là, l'histoire des idées qu'ont eues ces gens-là et celle des idées qu'ils ont transmises...

6) L', c'est l'histoire de la façon dont les gens ont pu ouvrir leurs esprits aux questions...

L'élève 3

1) Ce sont les découvertes qui ont pu être faites...

2) Comme quand ils ont dit que la terre était ronde, qu'elle n'était pas plate, que c'est elle qui tournait autour du soleil...

3) Je commencerais au début, il y a longtemps, puis je ferais une échelle du temps avec les principales découvertes...

4) Ensuite, je dirais comment on est passé d'une découverte à une autre.

5) Je dirais ce que ça a amené à notre vie, quelle a été l'influence sur la société.

6) Je chercherais dans les livres, j'essaierais d'identifier le problème

qui a amené les gens à se poser des questions sur ça... quelle(s) sorte(s) d'expérience(s) ils ont fait et à quelle(s) sorte(s) de conclusion(s) ils sont arrivés, qu'est-ce que ça apporte aujourd'hui...

7) Les scientifiques là... quand les gens font quelque chose, ils prennent des notes, c'est à partir de ces documents que l'on peut savoir comment ça s'est passé...

L'élève 4

1) C'est l'histoire des observations et des expérimentations... du monde qui se sont posé des questions pour savoir comment ça fonctionnait.

2) Je vais commencer par parler des premiers qui ont fait ça, puis je vais procéder par chronologie pour dire comment ça a évolué.

3) Je vais parler des méthodes de travail, des découvertes qui en ont résulté et comment ça a pu influencer la découverte suivante...

4) Je vais voir dans les livres, je vais utiliser de la documentation...

5) Je vais lire cette documentation puis je vais voir les faits qui se sont passés et qui ont amené cette découverte.

L'élève 5

1) C'est justement ce qui a été découvert par des hommes ou des femmes historiques.

2) C'est l'histoire des personnages qui ont découvert des choses.

3) Je retournerais à la source, au tout début, puis je décrirais comment ça a évolué... comment les gens pensent.

4) Comme l'algèbre, au début les gens ont commencé à compter sur leurs

doigts, puis, après ça, tranquillement, des personnes ont amené des nouvelles idées.

5) Je ne sais pas... je ne crois pas que ça aurait changé quelque chose parce qu'il serait resté le même.

6) Darwin a dit que l'homme est un descendant du singe, il a expliqué ça avec des cellules, des plantes... puis il a dit qu'il y a évolution... puis qu'il y a eu des animaux primitifs, puis ensuite, des animaux plus complexes.

L'élève 6

1) (L'histoire des sciences est constituée) des principales découvertes qui ont été faites.

2) Je vais consulter des livres...

3) Premièrement, je choisirais la personne qui a fait la découverte, je vais parler de la découverte qu'il a faite, de ce personnage, puis... sais pas moi... De quelle façon ça a changé le monde, comment ça a influencé le monde...

4) (rires) si j'en ai trois (livres) et que deux disent la même affaire, je prendrai ce que disent les deux...

5) Archimède avec le principe du poids des choses... Il faisait plonger des choses dans les liquides... puis je ne sais plus trop quoi... (rires)

6) Oui... ben je crois que c'est Newton quand il a reçu une pomme sur la tête... (rires) puis là, il a dit que tout ce qui montait redescendait et que tout ce qui tombait, c'est à cause de l'attraction de la terre...

7) A partir des découvertes des autres, il faisaient eux-même des découvertes...

L'élève 7

- 1) Si on reprend par exemple le XVIIe siècle, des savants ont commencé à faire des calculs, à calculer la loi de la pesanteur et tout ça...
- 2) L'histoire dit que... il était assis sous un pommier et qu'il a reçu une pomme sur la tête...
- 3) Je ne sais pas si c'est vraiment ça, mais toujours est-il qu'il s'est aperçu que tous les corps retombaient vers la terre, puis en faisant des calculs, il a déterminé la pesanteur de l'air et des objets...
- 4) J'irais voir dans les livres... les premiers hommes qui ont commencé à penser à la chose... les premiers qui ont commencé à travailler sur ça.
- 5) Je parlerais de ces hommes et des suivants jusqu'à ceux de maintenant... je dirais comment ils pensaient puis leurs observations et ce qu'ils ont trouvé.
- 6) Parler surtout des expériences qui ont été faites, puis s'attarder aux personnages parce que d'habitude, on connaît le nom du personnage, mais on ne connaît pas les démarches qu'il a suivies pour arriver à ce qu'il a trouvé, comment il a travaillé dans son laboratoire...

L'élève 8

- 1) Je consulterais des livres...
- 2) C'est très vaste la science en général, je prendrais un sujet en particulier puis il y a sûrement des documents à un certain point...
- 3) Je vais parler du personnage, de ce qu'il a trouvé... à quoi ça a servi cette chose là...
- 4) Je vais dire comment ça s'est fait... c'est difficile de remonter très loin, aux premiers... mais on peut toujours dire comment on a pu...

comment ça a avancé d'un savant à un autre...

5) C'est à partir d'un hasard comme ça... il a reçu un pomme sur la tête puis il a dit pourquoi elle n'est pas monté au ciel, puis c'est ça, il a décidé de savoir pourquoi, puis il a fait des recherches.

L'élève 9

1) Au moyen âge, ils pensaient que la terre était le centre de l'univers, parce qu'ils ne connaissaient rien eux-mêmes.

2) Ils n'étaient pas assez avancés et pas assez vigilants.

3) Ce qui compose l'histoire des sciences ce sont les découvertes comme l'atome, la compression des gaz...

4) (je parlerais) des forces des accélérations de Newton... et tout ça.

5) Je parlerais des personnages, de leurs observations et des expériences qu'ils ont faites.

L'élève 10

1) L'histoire des sciences selon moi... ce sont toutes les découvertes qui ont été faites l'une après l'autre, qui ont été trouvées par des chercheurs et des savants.

2) L'histoire des sciences est constituée de toutes les formules qui ont été découvertes et de tous les faits qui ont été trouvés...

3) Savoir ce que l'homme a premièrement découvert quand ils ont commencé les mathématiques, les premiers calculs qui ont été faits et comment ça a évolué.

4) Je crois que je prendrais Isaac Newton, parce que son histoire de pomme est intéressante. Je parlerais des expériences qu'il a faites.

5) Si je faisais l'historique de toutes les sciences, ben là... si je prends la physique, je dirais qu'est-ce qui a été découvert en premier, en quelle date puis après ça, en cinématique, en électricité... je donnerais des dates, des personnages comme un calendrier.

L'élève 11

1) Elle (l'histoire des sciences) est constituée des différentes découvertes qu'ont faites les différents savants comme Aristote, Pasteur... Newton, Darwin...

2) Je commencerais par m'informer dans des livres, des documents...

3) Moi, ce que je traiterais surtout, c'est la biologie; j'adore ça en tout cas, puis la chimie aussi.

4) Il faut parler de l'évolution de la science à travers les âges, de la façon de penser des savants..

5) Un monsieur qui... ben, c'était Newton qui dormait sous un pommier, soudain une pomme lui est tombée sur la tête; ce qui fait que là, il s'est demandé pourquoi la pomme lui est tombée sur la tête au lieu de monter dans les airs, puis là, il a découvert le... je ne sais plus trop quoi.

6) Oui, Darwin c'est la théorie de l'évolution. Il controversait avec Lamarck. Lamarck lui, c'était une théorie du besoin et du non besoin... que si t'avais plus besoin de ton bras, il s'atrophiait puis hop ! tu le perdais , tandis que Darwin, lui, c'est une adaptation avec les âges.

L'élève 12

1) C'est parti un peu de l'ignorance de l'homme, on disait que la terre était plate et que si on allait au bout, on pourrait tomber.

2) Après, ça a été expérimenté par des gens qui ont du courage, ça a pris quelques années et ça a été prouvé difficilement.

3) Si aujourd'hui quelqu'un disait que la terre n'est pas ronde et qu'elle est carrée; dans la tête des gens, c'est comme ça depuis des siècles, ça ne peut pas changer tout de suite de même...

4) On est tous attirés par le centre de la terre, tout ce qui monte redescend vers la terre.

5) Je regarderais les principaux chercheurs puis je verrais ce qu'ils ont fait, en quelle année puis je dirais ce que cette théorie a donné de nouveau, ce qu'elle a apporté.... est-ce que ça a été bon ou pas bon.

L'élève 13

1) Dans le cas de la physique, ça serait une histoire des moyens... tu sais... des expériences pour dire comment telle chose est faite... et en chimie, ce serait l'atome, comment il a été trouvé...

2) (l'histoire de la biologie) ce serait l'histoire des rapports entre les hommes et la nature, des principales découvertes qui ont été faites.

3) Les hommes descendaient du singe... ben là, pas tout à fait du singe... je ne sais plus trop quoi... ça remontait bien, bien loin, c'est toutes des suppositions, avec des écritures et tout ça...

4) Je pense que... parce que si c'était des singes en ce moment là, il ne pouvaient pas savoir qu'ils changeraient et qu'ils deviendraient plus évolués...

5) Je choisirais la bio... je dirais ce qu'il y a dedans, temps par temps... comment ça a commencé et comment ça s'est perfectionné...

L'élève 14

1) Quand ils ont découvert que la terre était ronde, c'est parce qu'il y

en a un qui s'est décidé de se promener autour de la terre.

2) Je parlerais des grandes découvertes qui ont eu lieu... si par exemple, je choisis la découverte du téléphone, je ferais l'historique en disant en quelle année il a été trouvé... je dirais comment il a évolué, évolué, évolué jusqu'à aujourd'hui...

3) C'est comme ça que je ferais dans les autres cas, pour tout ça serait la même chose.

4) Comme lorsque Rutherford a découvert l'atome, il travaillait puis il s'est dit c'est ça, puis il a découvert comme ça... il a certainement fait des expériences pour dire que c'est comme ça.

L'élève 15

1) C'est d'après ce qui est resté comme leurs travaux ou comme des découvertes archéologiques qu'on fait...

2) Je remonterais le plus loin possible et je décrirais les étapes de toute cette évolution...

3) La science, c'est un domaine vaste, on pourrait prendre la roue, on peut parler des principales découvertes, des principales inventions, celles qui nous touchent directement... je trouve ça important.

4) Moi, la première fois que j'ai lu sur la roue, j'ai appris beaucoup et ça m'a beaucoup intéressé...

5) Je ne savais pas qu'on avait essayé de la faire carrée, puis triangulaire et ça n'avait pas fonctionné. Je ne savais pas que la roue avait une histoire puis j'ai trouvé ça super.

B.1.2 Le regroupement des données

E1	<ul style="list-style-type: none"> - Consulter plusieurs documents.(4) - Lier la recherche à la vie du chercheur.(5,6) - Le contexte de l'époque est important.(2,3,6)
E2	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences c'est l'histoire de l'évolution des idées.(2,3,5,6) - Importance du contexte.(4) - L'histoire des sciences c'est l'histoire de la façon avec laquelle les gens ont ouvert leurs esprits aux questions.(6)
E3	<ul style="list-style-type: none"> - Chercher dans les livres et dans les autobiographies.(6,7) - L'histoire des sciences, c'est l'histoire des principales découvertes.(1,3,4) - Identifier le problème puis le poser.(6)
E4	<ul style="list-style-type: none"> - Parler des méthodes de travail et des découvertes qui en ont résulté.(1,3) - Procéder par chronologie... aller voir dans les livres les faits qui se sont passés... (2,4,5)
E5	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences, c'est l'histoire des hommes ou des femmes qui ont découvert des choses.(1,2) - Dire comment les gens pensent.(3,4)
E6	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences, c'est l'histoire des principales découvertes.(1,3,7) - Si j'en ai trois (livres) et que deux disent la même affaire, je prendrais ce que disent les deux.(2,4)
E7	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences, c'est l'histoire des personnages, de leurs observations, de leurs pensées et de ce qu'ils ont trouvé.(4,5,6) - D'habitude, on connaît le nom du personnage mais on ne connaît pas les démarches qu'il a suivies.(6)

E8	<ul style="list-style-type: none"> - Consulter des livres puis parler du personnage et de ce qu'il a trouvé.(1,2,3) - Dire comment ça a avancé d'un savant à un autre.(4)
E9	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences, c'est l'histoire des personnages, de leurs observations... et des découvertes qui ont été faites... (3.4.5) - Au moyen âge, on ne connaissait rien.(1,2)
E10	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences c'est l'histoire des découvertes et de leur évolution.(1,2,3) - Donner des dates, les noms des personnages... (4,5)
E11	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences est constituée des différentes découvertes qu'ont faites les savants comme Pasteur, Newton, Darwin... (1) - S'informer de la science... de la façon de penser des savants et parler de la façon de penser des gens.(2,3,4)
E12	<ul style="list-style-type: none"> - Parler des principaux chercheurs et des conséquences de leurs théories.(5) - Il n'est pas toujours facile d'expérimenter... (2,3)
E13	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences varie selon le domaine auquel on s'intéresse.(1,2) - Dans le cas de la biologie, ce serait l'histoire des rapports entre les hommes et la nature, des principales découvertes qui ont été faites.(2)
E14	<ul style="list-style-type: none"> - L'histoire des sciences, c'est l'histoire des grandes découvertes et de leurs évolutions.(2,3)

- E15
- L'histoire des sciences, c'est l'histoire des principales découvertes.(3)
 - L'histoire des sciences est très intéressante (4,5) et il est important de parler des principales découvertes et des principales inventions.(3)

B.2 Étude des réponses relatives au thème 2:

Le développement de la connaissance scientifique

B.2.1 La présentation des données

L'élève 1

1) C'est peut-être au niveau des preuves... on trouve aujourd'hui que certaines des théories qui, par le passé, correspondaient aux faits observés ne correspondent plus aujourd'hui...

2) Puis à partir de cela, on essaie de trouver une autre théorie qui cadre mieux avec les résultats de leurs expériences... toujours en essayant de comprendre plus, pour arriver à quelque chose de parfait, ce qui n'est pas possible (rires).

3) Qu'est-ce qui arrive à l'ancienne ! La nouvelle théorie convient parfaitement à tout... elle élargit l'ancienne.

4) L'ancienne n'a plus qu'une utilité restreinte... comme la mécanique de Newton n'est plus valable que pour des cas particuliers tandis que l'autre est valable dans d'autres cas.

L'élève 2

1) A mesure que l'on avance dans les questions, il y a d'autres questions qui sont soulevées.

2) Il y a eu des faits et ces faits ont défait les explications

précédentes.

3) Oui, là on dit que la lumière est constituée de matière et que cette matière, c'est des photons... pour cette théorie là, on s'est rendu compte qu'il y avait des particules, on a élargi la question.. la lumière se comporte comme de la matière, la lumière se comporte comme une onde.

4) Il y a des choses tellement évidentes qu'elles passent inaperçues, la science c'est une remise en question de ces choses là.

5) Si je regarde un phénomène... (hésitations) par exemple, Galilée a démontré que , avec des projectiles, qu'ils soient lourds ou non, ils vont toujours à la même vitesse, mais depuis très longtemps, on ne disait pas ça... on disait que plus c'est lourd, plus ça descend vite, mais Galilée, lui, a dit est-ce que c'est vraiment ça? Il a remis en question le fait... on a reconsidéré l'idée puis on a vu ça sous un autre angle, puis on s'est aperçu que ce n'était pas vrai.

6) Ce n'est pas seulement dans un domaine, c'est dans tous les domaines. On se sert de toutes les connaissances pour améliorer l'explication précédente.

7) On a beaucoup plus d'éléments pour compléter la connaissance précédente.

8) L'ancienne théorie, si elle est périmée, si elle ne répond plus aux questions que l'on se pose, on l'oublie... mais souvent elle reste valable dans certains cas.

9) C'est comme dans le cas de certains animaux qui ont été rejetés par la nature, ils ne répondaient plus aux nouvelles conditions de la nature et ne pouvaient pas vivre dans ces conditions.

10) De même, les anciennes explications ont été utiles, ils ont servi à l'évolution de la pensée qui elle-même peut être défaite... mais ce qu'elle a permis, c'est de créer d'autres choses, d'autres idées qui elles-mêmes

évoluent et donnent de nouvelles idées, de nouvelles théories etc... c'est une sélection naturelle.

11) C'est-à-dire que si pour faire une chaise j'ai deux barreaux et un marteau, ben, il manque les clous donc, pour faire une chaise, ça ne fonctionnera pas.

12) Les Grecs ont essayé de calculer le tour de la terre... je crois que c'est Ptolémée, je ne sais pas... il lui manquait des éléments, donc il a mal calculé, mais s'il avait des éléments plus précis, s'il avait les clous et les marteaux, son calcul aurait été plus précis...

13) Premièrement, ce qui permet à l'homme de comprendre ce qu'il ne comprend pas, c'est l'évolution des outils de la science... par exemple le télescope, les instruments de mesure... les loupes etc...

14) Si on se promène sur un sentier et que l'on marche derrière un monsieur et qu'on ne connaît pas ce monsieur... ben si on sort du sentier, on peut reconnaître ce monsieur, on peut se poser des questions même, tandis que si on avance sans se poser de questions, ben là, on ne voit rien.

L'élève 3

1) Je pense que ceux qui ont dit que la lumière c'est ça, ils n'avaient pas tout dit... d'autres sont venus après puis ont eu du matériel plus précis... ils ont constaté que ce n'était pas tout à fait ça puis ils ont amélioré l'explication.

2) Tu sais... quand tu trouves quelque chose, il ne faut pas que tu te dises, je l'ai trouvé et que tu t'assoies dessus.

3) On ne doit pas la (l'ancienne explication) mettre au tiroir... tu sais que quand quelqu'un découvre quelque chose, il s'aperçoit souvent que c'est pas comme l'autre l'avait dit auparavant, alors il compare et améliore, je pense...

L'élève 4

- 1) En fait, ça peut aider pour montrer que c'est très difficile de trouver ce genre de choses, de faire des inventions, mais ce qui est important, c'est surtout le résultat de ce travail.
- 2) Les savants amènent toujours de nouvelles chose... Les nouveaux appareils, plus qu'avant puis il y a des affaires qu'ils n'ont pas pu deviner...
- 3) C'est la plus récente (théorie) qui est la meilleure et qui reste... la précédente, elle, s'en va, mais certaines choses restent dans la nouvelle théorie.
- 4) Plus on sait de choses, plus on peut en trouver... plus on peut en trouver, plus on en sait, ça augmente au carré.

L'élève 5

- 1) Par des expériences, des recherches que les hommes, les femmes... que des personnages font.
- 2) D'après (la façon) comment les gens pensent et en faisant des expériences, ils développent des théories.
- 3) Elle (l'ancienne théorie) est presque oubliée parce que lorsque la nouvelle théorie arrive, elle masque un peu la précédente...
- 4) Elle prend un peu de l'ancienne théorie et la complète...
- 5) On se sert de l'ancienne pour faire des recherches... pour continuer des recherches, ensuite de ça, on la complète avec de nouvelles explications...
- 6) A l'aide du matériel, il a trouvé que la lumière ne se propageait pas

en ligne droite.

7) ... tranquillement, des personnes ont amené de nouvelles idées, des formules, puis ça s'est développé jusqu'à maintenant...

8) On n'avait pas tous les outils nécessaires au début puis on a avancé des hypothèses puis ça a été corrigé par la suite...

L'élève 6

1) C'est parce que plus les connaissances qu'on a augmentent et se perfectionnent... à un moment donné, on va dire que c'est comme ça et plus tard, le matériel qu'on a va être plus poussé, poussé et on va dire que c'est pas exactement comme ça...

2) Ça doit sûrement se compléter, à moins que ça soit une erreur grave... mais la première (explication) ne doit pas venir dire que la précédente c'est tout faux ce qu'il y a dedans... elle va le compléter.

3) Il doit y avoir une (explication) qui est plus belle.

4) Si t'as la découverte que tu viens de faire, tu prends les éléments qui sont un peu comme la tienne et tu les mets avec la théorie précédente et là tu en as une nouvelle.

L'élève 7

1) Là (s'il avait vécu plus tard) il l'aurait trouvée parce que les instruments seraient plus évolués...

2) Ils font une première théorie puis là, ils vérifient puis ils s'aperçoivent que ça ne marche pas, ce qui fait que ça bloque la théorie, ce qui amène une autre théorie.

3) C'est comme ça, plus la science évolue, plus on a d'idées.

- 4) Oui, c'est ça. Les connaissances s'élargissent puis il y a d'autres connaissances qui embarquent.

L'élève 8

- 1) Quand on parle de théories, tu penses avoir quelque chose puis là t'arrives puis il y a une barrière et il faut que tu trouves une explication... avec des expériences.
- 2) J'ai l'impression qu'elle peut encore servir sur certains points... lorsqu'on trouve une nouvelle chose, on laisse peut-être un peu de côté certains éléments de l'ancienne.
- 3) Si on trouve quelque chose de plus bon, ça ne va pas dire qu'on ne va plus se servir de l'autre...
- 4) Il y a toujours des choses bonnes dans l'ancienne, des choses que l'on garde et que l'on complète.

L'élève 9

- 1) Il y a de nouvelles techniques qui nous font avancer beaucoup.
- 2) Comme l'électronique a fait avancer beaucoup. Quelque chose qui n'était pas calculable... c'est l'avancement des autres sciences qui aide à compléter...
- 3) En synthétisant ce qu'il y avait déjà et en essayant de trouver des choses qu'on ne connaissait pas avant...
- 4) Les méthodes de calcul qui changent aussi et qui deviennent de plus en plus rapides.
- 5) En général, on reste attaché à elle pendant un certain temps parce qu'on était adapté à elle.

6) En essayant de regarder ce que les autres ont déjà fait comme documentation... en essayant de synthétiser et d'y ajouter ce que je sais.

L'élève 10

1) Toujours en observant, si ce n'est pas la bonne théorie, ça ne marche pas, on fait des calculs et dans la réalité on s'aperçoit qu'il y a une erreur quelque part puis après ça, il y a quelqu'un qui va penser et qui va avoir une idée...

2) Si la lumière est constituée de particules, on fait de nouveaux essais, de nouvelles expériences et on trouve une nouvelle théorie puis après ça, quelqu'un qui trouve une nouvelle erreur, essaie une nouvelle expérience et ça recommence jusqu'à ce que ça soit la vraie théorie.

3) On ne l'oublie pas, ça a toujours des rapports sauf qu'à un moment donné, on change quelques affaires puis on garde ce qui est bon...

L'élève 11

1) Ça change surtout avec le temps... plus les personnes avancent dans le temps, plus elles sont évoluées, plus elles ont de nouvelles idées... puis plus t'as d'idées qui peuvent être réfutées puis plus t'as d'hypothèses...

2) Oui, ce sont les idées qui changent dans le temps... prenons juste la théorie de l'évolution, nos pauvres catholiques disaient que ça s'est formé comme ça en trois jours ou quatre... je ne m'en souviens pas.

3) En tout cas, avec le temps les personnes ont évoluées et ont dit que c'est pas ça, pas en tout, c'est une cellule... en fait, ils n'ont pas de preuves, eux autres, ils se fiaient juste sur un manuscrit que...

L'élève 12

- 1) Plus la science avançait, plus il y a eu d'instruments... Il y a eu le microscope, plus on pouvait grossir les images, on pouvait alors regarder comment ça se fait que la lumière se disperse...
- 2) Le prisme qu'ils avaient était rudimentaire, l'arc en ciel était moins élaboré...
- 3) Plus ça avançait plus ça s'améliorait, c'est le progrès en fin de compte qui a aidé à faire ce changement.
- 4) L'ancienne explication n'est plus bonne, mais on la garde pour montrer l'évolution... comme ce que j'ai dit tantôt, la terre est plate, c'est plus bon, mais on la garde pour montrer comment on pensait... puis, en fin de compte, ils ne faisaient pas de grands voyages, ils avaient peur de tomber en bas...

L'élève 13

- 1) C'est parce qu'ils découvrent... au début, c'est un peu la même chose... tu sais... ils n'avaient pas bien, bien les moyens pour expliquer les choses...
- 2) Ils n'avaient pas les appareils, ce qui fait que c'était très général mais à cette heure, c'est devenu très perfectionné et c'est de même qu'on peut découvrir de plus en plus de choses.
- 3) Elle ne disparaît pas d'un coup. Elle reste là, on l'améliore et avec le temps, elle risque d'être oubliée...
- 4) Moi, je pense qu'ils partent tout le temps de l'ancienne puis ils l'améliorent tout le temps, le fond reste pareil.
- 5) Comme je disais tantôt, tout part de la même chose avec... mettons une nouvelle théorie... Il y a toujours de ce qu'il y avait avant, un peu dedans... tu sais... on le voit moins, mais il est là.

L'élève 14

- 1) Bien souvent c'est à partir d'une théorie; ils ont regardé si la théorie était bonne et ils ont dit... bon ça marche. Tant qu'ils ne trouveront pas que ça ne marche pas, ils vont la garder.
- 2) Quand ils ont fait les expériences pour la lumière, ça marchait pour l'un et aussi pour l'autre; mais il se peut aussi que ça marche ou que ça ne marche pas, je ne sais pas moi.
- 3) S'ils ont fait des expériences et que ça n'a pas marché avec l'ancien cas, ben ils vont enlever certaines choses et ils vont en ajouter d'autres... autrement dit, ça va toujours s'ajouter.
- 4) Oui, (l'ancienne explication élargit et complète la précédente).

L'élève 15

- 1) L'H.S., d'après moi, c'est une évolution, parce que chaque savant a fait un petit quelque chose puis l'autre après amène autre chose qui vient compléter ce que l'autre a fait avant lui.
- 2) A mon avis, c'est parce que lorsqu'une personne fait une théorie, une autre personne pense autre chose et dans ce cas aussi, ça fonctionne..
- 3) C'est ce qui s'est produit dans le cas de la lumière, des fois elle se comporte comme une onde, d'autres fois, elle se comporte comme des particules.
- 4) Ça dépend dans quel cas, des fois elle la complète, des fois elle la contredit aussi... mais souvent elle la complète, comme Einstein, sa théorie contredit certaines lois de Newton mais elle la complète.
- 5) C'est comme Pasteur quand il a parlé de microbes, c'était son idée à lui... les gens eux avaient une autre idée et ne voulaient pas le croire... Pasteur a persévéré et finalement la génération spontanée va être rejetée.

L'élève 16

- 1) Plus on rapetisse, plus on trouve. Plus on cherche loin dans le petit, plus on voit des choses et plus il y a de matériel précis, plus il y a de changements.
- 2) La plupart des anciennes explications restent vraies mais elles ne sont pas complètes; c'est à partir de ces premières explications qu'on arrive aux autres, en les complétant continuellement.
- 3) Il y a toujours des débuts qu'il faut améliorer...
- 4) Les premières explications n'ont pas été faites avec des instruments bien, bien précis..
- 5) Plus c'est précis plus on peut aller loin plus on peut aller dans le petit, plus on découvre de choses.
- 6) On ne peut pas les considérer comme des erreurs... ils ne se sont pas trompés, c'est un manque de précision qui est dû aux instruments, aux moyens techniques moins perfectionnés, moins précis.

B.2.2 Le regroupement des données

E1	<ul style="list-style-type: none"> - Certaines théories ne correspondent plus aux faits observés.(1,2) - L'ancienne théorie n'a plus qu'une utilité restreinte.(4) - La nouvelle théorie élargit l'ancienne, elle convient parfaitement à tout.(3)
E2	<ul style="list-style-type: none"> - Les nouveaux faits amènent des explications.(1,2,3) - La science est une remise en question des choses qui passent inaperçues.(4,5,14) - La nouvelle explication améliore et complète la précédente (6,7,8) qui souvent reste valable dans certains cas.(8) - L'évolution des idées est à la base de l'élaboration des nouvelles théories.(10) - Le développement des connaissances scientifiques dépend de l'évolution des outils de la science.(11,12,13)
E3	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques est lié à la précision du matériel.(1) - La nouvelle explication améliore la précédente.(2,3)
E4	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques est lié à la précision des appareils.(2) - Plus on peut trouver de choses plus on sait.(4) - Ça augmente au carré.
E5	<ul style="list-style-type: none"> - La nouvelle théorie prend un peu de l'ancienne et la complète. - Elle masque un peu la précédente.(3,4,5) - Le développement des connaissances scientifiques est lié aux nouvelles idées.(2,7) - Le développement des connaissances scientifiques dépend du matériel utilisé.(6,8)

E6	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques dépend de la précision du matériel utilisé.(1) - La nouvelle explication complète la précédente.(2,4)
E7	<ul style="list-style-type: none"> - Les connaissances s'élargissent.(3,4) - Le développement des connaissances scientifiques est lié aux instruments.(1,2)
E8	<ul style="list-style-type: none"> - La nouvelle explication améliore et complète la précédente.(2,3,4)
E9	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques dépend des nouvelles techniques.(1,2) - Le développement des connaissances scientifiques dépend des nouvelles méthodes de calcul.(4) - La nouvelle explication complète la précédente.(3,5,6)
E10	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques est une élimination d'erreurs afin de trouver la vraie théorie.(1,2) - La nouvelle explication complète la précédente.(3)
E11	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques est lié à l'évolution des idées.(1,2)
E12	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques dépend de la précision des instruments.(1,2,3) - L'ancienne explication est gardée pour montrer comment on pensait.(4)
E13	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques dépend des moyens et de la perfection du matériel dont on dispose.(1,2) - Avec le temps, l'ancienne explication risque d'être oubliée.(3) Souvent, elle est améliorée et complétée.(4,5)
E14	<ul style="list-style-type: none"> - L'ancienne explication élargit et complète la précédente.(3,4)

E15	<ul style="list-style-type: none"> - La nouvelle explication peut aussi bien compléter la précédente (1,4) que la contredire.(2,4) - L'idée de la pasteurisation a contredit celle du sens commun.(5)
E16	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des connaissances scientifiques dépend de la précision du matériel utilisé.(1,4,5,6) - Les nouvelles explications complètent et améliorent les précédentes.(2,3)

B.3 Étude des réponses relatives au thème 3:

La notion de découverte

B.3.1 La présentation des données

L'élève 1

- 1) Quelqu'un dans une civilisation donnée, arrive à trouver quelque chose.
- 2) Oui, ce qu'il cherchait... ben, toujours il essayait de comprendre d'abord ce qui l'entoure... puis peut-être ramener à lui.
- 3) (la découverte) c'est trouver quelque chose... pas nécessairement ce que l'on cherche, mais réussir à trouver quelque chose qu'on perçoit... qu'on arrive à cerner, qui a de l'importance.
- 4) Les découvertes sont trouvées par hasard, le chercheur ne s'attendait pas à ce qu'il a trouvé.

L'élève 2

- 1) De toutes façons, ces individus-là, ce ne sont pas EUX qui ont découvert toutes ces choses là...

2) De toutes les façons, ils ont été à l'université, ils ont connu des gens puis tous ces gens là avaient une interaction avec eux et un jour, il a eu l'idée de penser à cette chose là.

3) Mais ce n'est pas LUI qui a trouvé cette solution, c'est le milieu donc finalement, ce ne sont pas les scientifiques qui sont si grands, si...

4) C'est que, ils se sont trouvés dans une situation d'ouverture qui leur a fait poser des questions.

L'élève 3

1) En se posant des questions, en faisant des expériences puis on tire des conclusions. Des fois, on se rend compte qu'on apprend des choses nouvelles.

2) Comme (dans le cas) des vaccins, le bonhomme s'est demandé qu'est-ce qu'il faut faire pour empêcher quelqu'un d'avoir une maladie, puis il a pris quelqu'un qui avait déjà sa maladie, il l'a examiné puis il s'est rendu compte qu'en prenant les cellules de cette personne là, il pouvait soigner le microbe de cette maladie là.

3) Dans toutes les découvertes, il y a quelqu'un qui cherche...

4) Si on ne cherche pas, on ne trouve rien... souvent, ça apporte une solution à un problème.

5) Comme celui-là qui a trouvé que la terre était ronde, si lui il ne l'avait pas prouvé, il n'y aurait personne qui aurait osé faire des grands voyages... il aurait eu peur de tomber au bout, tu sais...

6) Quand quelqu'un découvre quelque chose, il s'aperçoit souvent que ce n'est pas comme l'autre l'avait dit auparavant.

L'élève 4

- 1) Il y en a beaucoup... par exemple, la découverte de la pénicilline.
- 2) Par des expérimentations, en faisant des déductions et des calculs mathématiques.
- 3) Un canadien, je ne me rappelle pas son nom.
- 4) Newton a découvert la gravité... Newton a vu que les corps tombaient, il s'est demandé pourquoi... puis il a émis une hypothèse et fait des calculs mathématiques.

L'élève 5

- 1) Ça dépend de ce que la personne veut aller chercher.
- 2) Si la personne est en médecine, elle va essayer de découvrir un nouveau produit, elle va étudier là-dedans... Si une autre personne aperçoit la lumière et veut créer là-dedans, elle va chercher là-dedans pour essayer de créer une nouvelle chose...
- 3) (une découverte) c'est trouver quelque chose de nouveau... je ne sais pas moi...
- 4) C'est parce-que des personnages font des recherches... comme j'ai dit tantôt, ça dépend du domaine... dans chaque domaine, il y a des recherches qui se font.
- 5) A l'aide du matériel, il a trouvé que la lumière ne se propageait pas en ligne droite...
- 6) L'évolution de Darwin... l'atome de Bohr... Il y en a beaucoup.
- 7) C'est toujours à partir des choses qui ont été faites avant qu'il a pu faire sa découverte, son travail...

L'élève 7

- 1) Peut-être aussi qu'il l'aurait trouvée, peut-être aussi que dans ce temps là, les instruments et la science auraient été moins évolués, peut-être qu'il n'aurait pas fait la même découverte.
- 2) Il aurait quand même trouvé quelque chose parce que lui, il n'a pas changé, c'est le même homme... Il va encore aller chercher et expliquer les phénomènes naturels à cette heure...

L'élève 8

- 1) Je veux dire, ça nous apporte... c'est pas nous autres qui avons fait que l'eau apporte de l'électricité dans les maisons... ce n'est pas toute la société qui a fait quelque chose pour ça, mais ça permet à tout le monde d'utiliser la technologie...
- 2) Je ne connais pas le nom du bonhomme qui a trouvé ça... je crois que c'est au XVIIIe siècle.
- 3) Je ne sais pas mais il ne faut pas oublier qu'il y avait des choses qui ont été faites pendant le XVIIe siècle et qui étaient nécessaires pour lui au XVIIIe siècle.
- 4) Le personnage en tant que tel serait resté le même, s'il n'avait pas trouvé ça...
- 5) S'il avait vécu au XVIIe siècle, il aurait trouvé autre chose...
- 6) Ça serait toujours quand même à l'aide des découvertes précédentes et ça serait par pur hasard...
- 7) L'histoire qui dit... c'est qui ça?... celui qui a reçu une pomme sur la tête et qui a parlé de gravité...

L'élève 10

- 1) Par des recherches, par des expériences et des essais.
- 2) Ben... on cherche quelque chose et on le trouve... on savait que les forces existaient mais on ne savait pas les calculer, on fait des expériences, on marque des données et on essaie des formules jusqu'à ce qu'on arrive à la réalité.
- 3) Il (Newton) a découvert la théorie de la gravitation universelle en recevant une pomme sur la tête, je trouve ça original, donc je le prendrai, lui.
- 4) Il l'aurait peut-être trouvée, peut-être pas, peut-être que quelqu'un d'autre l'aurait trouvée avant lui, mais lui, il aurait trouvé autre chose...

L'élève 11

- 1) Par des expériences, par des hypothèses, par des observations. Ils font des observations puis des hypothèses, puis ils établissent des liens entre les hypothèses et les observations. Si l'hypothèse n'est pas bonne, ils vont en créer une nouvelle plus précise.
- 2) C'est quelque chose d'inédit, que personne n'a encore pensé... quelque chose qui vient un peu par hasard, mais qui demande beaucoup de travail.
- 3) Je parlerais aussi des différentes théories qui ont été sorties par chaque personne puis (rires) je conclurais.

L'élève 13

- 1) Je ne pense pas qu'il aurait trouvé la théorie de l'évolution parce qu'à cette heure, (au XVIIe siècle) les moyens techniques étaient beaucoup moins évolués qu'au XIXe siècle, c'est pour ça que moi, je dis qu'il l'aurait trouvée s'il avait vécu plus tard, mais pas plus tôt.

2) Par des recherches, des expériences, une "gang", tous ensemble travaillent puis on arrive à une découverte.

L'élève 14

1) Une découverte c'est quand quelqu'un trouve quelque chose qui n'était pas encore trouvée... il s'est arrêté sur quelque chose puis il a approfondi le sujet...

2) Il a fait des expériences, il a regardé ses résultats puis certainement, il a trouvé la nouvelle chose.

3) C'est un coup de chance, ça arrive sur la chance... tu tombes dessus.

4) Tu ne peux pas décider de faire une découverte, ça vient de même (il fait claquer ses deux doigts).

5) On ne peut pas dire je vais étudier ça, puis je vais faire une découverte. C'est pour ça que moi, je dis qu'une découverte, ça se trouve par hasard...

6) Ben... je ne sais pas, moi, un clic de génie...

L'élève 15

1) Moi, je pense que c'est à force de travailler et de persévérer. On fait des observations, on émet des hypothèses, on fait des vérifications... à mon avis, c'est comme ça.

2) C'est quelque chose que jamais personne n'avait trouvé ou n'avait vu.

3) C'est quelque chose de nouveau qu'on trouve comme ça, par hasard.

L'élève 16

- 1) C'est tout ce qui étudiait les phénomènes qui existent sur terre... les gens qui faisaient des découvertes...
- 2) Comme Einstein, c'est lui qui a découvert la théorie de la relativité, je ne peux pas dire comment il est arrivé là.
- 3) En observant beaucoup, en faisant des calculs, en prenant des notes... moi, je n'en ai jamais faites.
- 4) Il a vu une pomme tomber puis il a déduit la force de la gravité. Il a dit pourquoi la terre est ronde et pourquoi on reste dessus...

L'élève 17

- 1) C'est surtout ce que chacun a découvert, ses expériences...
- 2) C'est à force de faire des expériences qu'on finit par trouver la bonne théorie.
- 3) Newton! Si on ne l'avait pas eu, ça aurait peut-être été un autre... de même pour Einstein; si ce n'était pas lui qui aurait inventé la théorie de la relativité, ça aurait été un autre.

B.3.2 Le regroupement des données

E1	<ul style="list-style-type: none"> - La découverte est un processus individuel.(1,2) - La découverte est fruit du hasard.(3,4)
E2	<ul style="list-style-type: none"> - La découverte n'est pas un processus individuel.(1,3) - Elle résulte des interactions avec le milieu.(2,3,4)
E3	<ul style="list-style-type: none"> - C'est un processus individuel.(2,3,5,6) - C'est une solution à un problème.(4) - En se posant des questions, en faisant des expériences.(1)
E4	<ul style="list-style-type: none"> - La découverte est un processus individuel.(3,4) - Elle résulte de l'expérience et de calculs mathématiques.(2)
E5	<ul style="list-style-type: none"> - Processus individuel.(1,2,5,6) - Elle dépend toujours de ce qui a été établi auparavant.(7,4)
E7	<ul style="list-style-type: none"> - La découverte est un processus individuel.(1,2) - Elle dépend de la précision du matériel utilisé.(1)
E8	<ul style="list-style-type: none"> - Elle dépend des découvertes précédentes.(3,6) - Des fois, on y arrive par pur hasard.(6) - C'est un processus individuel.(1,2,4,5,7)
E10	<ul style="list-style-type: none"> - Elle résulte de l'expérience et de calculs.(1,2) - C'est l'oeuvre d'un seul personnage.(3,4)
E11	<ul style="list-style-type: none"> - La découverte est l'oeuvre de plusieurs.(1) - C'est quelque chose qui vient un peu par hasard mais qui demande beaucoup de travail.(2)
E13	<ul style="list-style-type: none"> - En faisant plusieurs expériences.(1) - La découverte est un processus d'équipe.(2)

E14	<ul style="list-style-type: none"> - La découverte est fruit du hasard.(3,4,5,6) - C'est un processus individuel.(1,2)
E15	<ul style="list-style-type: none"> - C'est à force de persévérer et de travailler qu'on aboutit à une découverte.(1) - C'est quelque chose de nouveau qu'on trouve par hasard.(3)
E16	<ul style="list-style-type: none"> - Elle résulte des observations et des calculs.(3) - Elle est due à un individu.(2,4)
E17	<ul style="list-style-type: none"> - La découverte est un processus individuel.(1,3) - Elle résulte de l'expérience.(2)

B.4 Étude des réponses relatives au thème 5:

L'image du scientifique

B.4.1 La présentation des données

L'élève 1

- 1) Puis, il a eu le talent qu'il y avait peut-être quelque chose là...
- 2) C'est grâce au talent, aux connaissances et à l'intuition.
- 3) La plupart ont un caractère spécial.... ils s'intéressaient à beaucoup de domaines en même temps... ils ont beaucoup d'expérience et de connaissance.
- 4) Il faut que ça dépasse le goût de la technique, il faut avoir envie de connaître.
- 5) Il ne sont pas le genre à appliquer des choses sans savoir pourquoi.
- 6) Il faut avoir le goût d'apprendre, puis être entêté... (rires).

7) Ne pas abandonner à la première difficulté, ne pas céder.

L'élève 2

1) Premièrement, ce sont des gens obscurs... on ne sait pas qui ils sont.

2) Bon, ce sont de grands scientifiques... ça, c'est d'après la formation que j'aie eue à l'école, mais moi, j'ai poussé un peu plus loin que ça.

3) Je m'aperçois avec mes lectures, que ce sont tout simplement des gens ordinaires, des gens comme tout le monde.

4) Ce sont tout simplement des gens qui se sont posés des questions auxquelles les autres gens n'avaient pas pensé.

5) C'est des gens qui ont pris le temps de s'arrêter et de regarder les choses autour d'eux...

6) Je ne sais pas s'ils avaient des qualités innées ou s'ils les ont acquises avec leur milieu, mais je note que ce sont des têtes qui sont sorties et qui ont laissé leurs noms.

7) Pour moi, ces scientifiques là, c'est juste quelqu'un qui a pris le temps de s'arrêter puis s'est posé des questions...

L'élève 3

1) Ça doit être des gens qui se posent des questions, comment ça marche, pourquoi ci, pourquoi ça.

2) Ça doit être des gens qui sont sérieux, très appliqués dans leur travail, qui pensent beaucoup.

3) Ils doivent avoir un Q.I. très élevé, pas comme celui de nous

autres... Eux, ils travaillent beaucoup et ils trouvent.

L'élève 4

1) ... comme des personnes qui voulaient comprendre, qui cherchaient beaucoup.

2) C'est du monde intelligent qui voulait savoir comment ça fonctionnait.

3) C'est une personne normale sauf qu'elle est inhabituelle, moins portée vers le travail manuel, c'est une personne qui réfléchit tout le temps, qui cherche beaucoup... une personne très curieuse.

L'élève 5

1) Toujours en train d'étudier... des gens qui recherchent beaucoup, qui ont dû faire ça pendant une grande partie de leur vie...

2) Ils devaient avoir un quotient intellectuel assez élevé, assez haut.

3) Ils se sont posés des questions, puis ils ont trouvé des réponses.

4) Ça dépend, il doit y avoir de tous les genres... des grands, des gros, des maigres, des vieux, des jeunes...

5) Quand ils ont fait leur(s) découverte(s), ils devaient au moins avoir trente ans, peut-être quarante... peut-être plus vieux encore parce que ça devait être long pour trouver des réponses à leur(s) problème(s).

L'élève 6

1) Chacun, à son époque, avait un physique différent, de même que leur manière de s'habiller... mais dans leur manière de penser, ils se ressemblaient parce qu'ils faisaient tous des découvertes.

- 2) Ils devaient être très intéressés.
- 3) Ils devaient être super-intelligents, très doués et assez curieux.

L'élève 7

- 1) La plupart (au XVIIe) se sont fait passer pour des fous, c'est peut-être des fous en avance...
- 2) Dans leur temps, ils passaient pour des fous parce qu'ils réfléchissaient sur des choses sur lesquelles les autres n'avaient pas pensées.
- 3) Les premiers qui ont dit que la terre était ronde, comme Newton qui faisait de grands calculs, on le trouvait en avance... il était supérieur aux autres pour ça.
- 4) Comme il était savant, il faisait beaucoup de calculs et il était en avance...
- 5) Il était plus intelligent que les autres... il avait su cultiver son intelligence plus que les autres...
- 6) (hésitations) comme de grands penseurs... ils pensaient dans leurs têtes à des méthodes...
- 7) Ils devaient être toujours... peut-être pas toujours mais souvent là, à chercher dans des livres ils devaient avoir de la discipline, une méthode stricte.
- 8) Ils ne devaient pas avoir le même rythme de vie que les autres, ils devaient être absorbés par leurs calculs.
- 9) Ça devait être du monde très intelligent... c'est l'idée que je me fais de ces personnages.

L'élève 9

- 1) Je les imagine comme des passionnés de l'abstrait, des gens qui ne dorment pas beaucoup, avec des cheveux bizarres, des horaires irréguliers.
- 2) Quand ils ont une idée, ils l'essaient même s'ils allaient se coucher, des repas à des heures loin d'être fixes.
- 3) Un peu comme les agriculteurs avec la météo, ils sont à la merci de leur pensée, c'est tout ce que je peux dire.

L'élève 10

- 1) Comment je les imagine? Ben... de grands savants avec des cheveux gris, des lunettes, qui font plein d'expériences.
- 2) Parce qu'ils sont très intelligents, ils sont très ambitieux, ils essaient tout le temps, puis la nuit, comme le jour, quand ils ont une idée, il continue à faire son expérience jusqu'à ce qu'il trouve.
- 3) Depuis que le monde existe il y a de la science partout... je veux dire que tout arrive dans le concret, pas dans la théorie, dans l'abstrait.

L'élève 11

- 1) Barbu, en arrière d'un bureau, avec plein d'éprouvettes autour d'eux (rires) et avec des bouchons dans les oreilles...
- 2) C'est une farce parce que j'en met tout le temps pour étudier, ça permet de se concentrer et ces personnes sont bien concentrées, c'est comme ça que je les imagine.
- 3) Ce sont des génies.
- 4) C'est-à-dire des personnes qui ne parlent pas beaucoup, qui est tout le temps pressé, à la dernière minute, qui a tout le temps quelque chose à

faire...

5) C'est quelqu'un qui a tout le temps le nez dans ses livres, qui veut toujours en savoir plus, c'est comme ça que je perçois un génie.

6) C'est une personne qui a beaucoup d'imagination et qui a pu le faire.

L'élève 12

1) Physiquement, je les imagine assez âgés, des personnes calmes qui sont très précises et qui aiment la précision.

2) Ce sont des personnes solitaires qui vivent isolées du monde.

3) Intellectuellement, ce sont des personnes supérieures qui savent chercher dans le bon endroit, donc, ils doivent être supérieures à tout le reste de la population.

4) Rien qu'Einstein qui a montré la gravité, franchement, il faut savoir le prouver... les autres pouvaient le savoir, mais pour trouver le cheminement, pour le prouver, il faut être quelqu'un.

5) Pour trouver des affaires de même, premièrement ça prend quelqu'un qui bosse... il faut être très intelligent... je ne trouverais pas ça moi.

Élève 13

1) Bien sérieux là, intelligents... tu sais, bien collés à leur devoir, qui aiment toujours aller de l'avant... ils sont bien (bolés).

2) Bolés! Tu ne sais pas ce que c'est; ça veut dire très calés dans leur matière.

3) Comme Einstein... avec des grands cheveux là, tu sais... puis (hésitations) laids (rires).

- 4) Je ne les imagine pas bien, bien beaux. Ils travaillent beaucoup.

L'élève 14

- 1) Ce sont des personnes qui rêvent pas mal.
- 2) Il y en a qui étaient traités de fous... je pense à Newton ou à Einstein quand il a sorti sa théorie. Le monde ne les prenait pas au sérieux; ils se sont dits ça ne se peut pas, mais après des études, ils ont dit, son affaire, ça a du bon sens.
- 3) Physiquement ! C'est dût... je crois que... je ne sais pas, je n'ai aucune idée.

L'élève 15

- 1) A mon avis, ce sont des gens qui adorent ce qu'ils font, ce sont des passionnés de la science.
- 2) Pour trouver quelque chose comme ça, il faut que le gars ait beaucoup travaillé, il faut qu'il ait vraiment cherché et passé beaucoup de nuits.
- 3) Ce sont vraiment des persévérants, ils ne se fatiguent pas facilement.
- 4) Je pense justement que la persévérance, c'est quelque chose que... tu l'as ou tu ne l'as pas, tu veux ou tu ne veux pas, ça va venir tout seul...
- 5) A mon avis, il y a quelque chose en lui qui le pousse vers... qui le pousse à continuer... même des fois, je me dis que c'est difficile, la recherche, parce qu'on bute, puis on se relève... en faisant de la recherche, on bute, on bûche aussi, on travaille...
- 6) Ce sont des modèles à suivre... moi, je trouve que c'est important de travailler comme eux...

L'élève 16

- 1) Des personnes retirées, un peu perdues, rêveuses beaucoup, des gens qui voient loin.
- 2) La plupart d'entre eux étaient très brillants, ils poussent très loin leurs raisonnements, ce qui fait que leurs esprits se développent...
- 3) Intellectuellement, c'est à force de chercher que tu développes ton cerveau.
- 4) Ça ne devait pas être des gens bien-bien sportifs, bien bâtis, ils travaillaient beaucoup et passaient tout le temps à chercher...

L'élève 17

- 1) Je les imagine comme des personnages qui ont un très bon sens d'observation, une intelligence bien au-dessus de la moyenne... comme Newton, c'est pas mal (futé) son affaire, il n'avait ni calculatrice, ni rien.
- 2) Quand on a un bon sens d'observation et qu'on se demande pourquoi c'est comme ça, l'intelligence se développe...
- 3) Comme Einstein qui était jeune et qui faisait des expériences chez eux, puis à force d'en faire, à force d'en faire, il est arrivé à un niveau, disons, supérieur à la moyenne, ça ne serait pas moi qui aurait pensé à la relativité...
- 4) Je parlerais des grands hommes qu'il y a eu comme Newton, Einstein etc...

B.4.2 Le regroupement des données

E1	<ul style="list-style-type: none"> - Les grands personnages de la science ont beaucoup de talent de connaissances, d'intuition et d'expérience.(1,2,3) - Ils ont le goût d'apprendre (4,6) et beaucoup de courage.(6,7)
E2	<ul style="list-style-type: none"> - D'après la formation que j'ai eue à l'école, ce sont de grands scientifiques.(2) - Ce sont des gens ordinaires (3,7) qui se sont faits distinguer en science.(6,7) - Ce sont tout simplement des gens qui se sont posés des questions auxquelles les autres n'avaient pas pensées.(4,5,7)
E3	<ul style="list-style-type: none"> - Les personnages célèbres de la science sont des gens sérieux, très appliqués, curieux et penseurs.(1,2) - Ils ont un quotient intellectuel élevé (3) et ils travaillent beaucoup.(3) - Ça doit être des gens qui se posent des questions.(1)
E4	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont des personnes normales mais inhabituelles.(3) - Du monde intelligent, curieux et qui réfléchit constamment. (1,2,3)
E5	<ul style="list-style-type: none"> - Toujours en train d'étudier,(1) ils sont curieux et doivent avoir un Q.I. assez haut.(2) - Ce sont des personnages qui se sont posés des questions et qui trouvé des réponses.(3,5)
E6	<ul style="list-style-type: none"> - Ils se ressemblent parce qu'ils font des découvertes.(1) - Ils sont très intéressés, super intelligents, très doués et assez curieux.(2,3)

E7	<ul style="list-style-type: none"> - La plupart ont été traités de fous.(1) - Ils sont en avance (3,4) et sont plus intelligents que les autres.(5,9) - Ils sont méthodiques, penseurs, disciplinés et toujours absorbés par leurs calculs.(6,7,8)
E9	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont des passionnés de l'abstrait, des personnes qui ne dorment pas beaucoup, avec de cheveux bizarres, des horaires irréguliers.(1) - Ils sont instables et pensent constamment.(1,2,3)
E10	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont de grands savants qui ont travaillé inlassablement.(1,2) - Ils sont très intelligents et très ambitieux.(2)
E11	<ul style="list-style-type: none"> - Ils travaillent beaucoup et ont beaucoup d'imagination.(1,2,-4,6) - Ce sont des génies.(3,5)
E12	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont des personnes solitaires (2) qui aiment la précision.(1) - Intellectuellement, ce sont des personnes supérieures à tout le reste de la populations.(3)
E13	<ul style="list-style-type: none"> - Très intelligents et très calés dans leur matière.(1,2,5) - Ils travaillent beaucoup et ils sont laids.(3,4,5) - Je ne trouverais pas ça, moi.(5)
E14	<ul style="list-style-type: none"> - Certains n'ont pas été pris au sérieux et ont été traités de fous.(2) - Ce sont des personnes qui rêvent pas mal.(1)

E15	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont des passionnés de la science.(1) - Ce sont des persévérants qui travaillent inlassablement.(2,3) - La persévérance est une qualité innée.(4) - La recherche réclame beaucoup de courage.(5) - Ce sont des modèle à suivre.(6)
E16	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont des personnes retirées, rêveuses (1) et qui travaillent beaucoup.(2,4) - Ils sont très brillants et sont dotés d'un esprit développé.(2,3) - Ils ne sont pas bien bâtis.(4)
E17	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont de grands hommes (4) dotés d'un très bon sens d'observation (1,2) et d'une intelligence bien au-dessus de la moyenne.(1,3)

B.5 Étude des réponses relatives au thème 6:

Le sens social de la science

B.5.1 La présentation des données

L'élève 1

1) Il y a toujours eu un rapport entre la science et la société... c'est lié... la société, c'est des hommes, puis la science, c'est fait par les hommes.

2) La science dépend de la civilisation... elle dépend aussi de la philosophie que l'on a.

3) Je dirai comme d'autres que son rôle, c'est de défaire ce qu'elle a fait.

4) Elle peut faire avancer l'homme.

- 5) Dans des buts pratiques, elle peut servir l'homme...
- 6) Aujourd'hui, il y a de plus en plus de monde, puis, la science, par ses moyens, peut aider le développement de l'homme et son bien-être matériel.
- 7) La science est un facteur de progrès, si on sait s'en servir (rires).

L'élève 2

- 1) La science doit permettre à l'individu de mieux exister, de mieux vivre dans la société... d'améliorer son niveau de vie.
- 2) Si la science empêche l'individu d'évoluer, à ce moment là, c'est pas bon.
- 3) La science pénètre dans la vie de chacun, à tous les jours, et c'est aussi le pourquoi de la science qui devrait être là pour permettre à la société de mieux évoluer.
- 4) La science, pour moi, doit aider les gens à mieux vivre et à évoluer... c'est ça.

L'élève 3

- 1) La science influence notre mode de vie...
- 2) Tout m'intéresse en sciences...
- 3) Ça doit... Newton c'est Newton, pourquoi ne l'aurait-il pas trouvé? S'il aurait vécu un siècle plus tôt, il aurait été capable de comprendre les mêmes affaires.

L'élève 5

- 1) Je pense que la société a évolué un peu, avait d'autres besoins de

connaissances, pour évoluer, justement, puis ça prenait des gens qui se posaient des questions...

- 2) Des gens qui trouvaient d'autres explications, ce qui amène une évolution en sciences.
- 3) Oui, je pense que les deux vont ensemble parce que plus t'as de connaissances... plus la société connaît de choses, plus elle peut évoluer...
- 4) Grâce à la science, il y a plus de communications, on est plus ouvert sur le monde, on connaît plus de choses sur le monde.

L'élève 6

- 1) Il y a beaucoup de monde qui ne savait pas la théorie de la gravité et beaucoup de monde qui ne la sait pas encore, ça ne dérange pas grand chose...
- 2) C'est sûr qu'il y a eu des découvertes qui ont influencé le monde, qui l'ont fait progresser.
- 3) Plus ça se développe, plus la société est obligée de s'adapter à ça.
- 4) Je pense que ça se fait comme ça.
- 5) Les produits de la technique sont nécessaires et utiles à la vie quotidienne... regarde la voiture, la télévision et tout ça... c'est nécessaire et ça influence la société.

L'élève 7

- 1) Peut-être que les hommes s'intéressaient moins à ça. C'était les hommes de sciences qui s'intéressaient à ce genre de choses...
- 2) En tout cas, moi, j'ai l'impression que maintenant, dans le monde, les gens sont plus informés sur les phénomènes physiques et chimiques

comme (le fait de) savoir la lumière, c'est quoi en fin de compte...

3) Ça influence notre mode de vie, si quelqu'un trouve un nouveau produit, il améliore des choses chez le public en général.

4) Il faut s'informer... des fois, quand on voit la télé ou quand on entend la radio, on entend parler des découvertes, on va aller voir ce qui se passe.

L'élève 8

1) Par exemple, l'électricité découverte dans l'eau... c'est quelque chose qu'on ne connaissait pas et qui a apporté beaucoup de choses à la société.

2) Je veux dire l'eau est une importante ressource sur la terre. Bon, on peut toujours la (l'électricité) faire à partir d'autres choses.

3) J'allais donner l'exemple de ton magnétophone... bon, il fonctionne maintenant avec des piles, mais s'il était branché sur du courant, ce serait grâce à lui que...

4) Je veux dire que ça nous aide à évoluer... ça nous donne des chances pour aller plus vite... je veux dire des moyens de locomotion...

5) La science a beaucoup d'applications et ces applications se répercutent sur la société... on n'a pas le choix.

L'élève 9

1) La religion a été contre la science, les gens étaient bornés, ils n'admettaient pas que ce qui n'était pas visible était borné.

2) Ils ne pouvaient pas imaginer que l'on pouvait aller sur la lune et des choses comme ça...

3) Son rôle, c'est d'expliquer les phénomènes qui sont attendus, d'expliquer ce qui n'était pas prévu...

L'élève 10

1) (La recherche se fait pour) trouver la réalité... la vérité, pour trouver une théorie et qu'on puisse calculer théoriquement ce qui est concret...

2) La société était pas mal contre les théories scientifiques... comme celle qui disait que la terre est ronde, le monde ne croyait pas à ça jusqu'à ce que ça a été prouvé.

3) Au début, la société n'était pas pour ces savants là, mais maintenant, au XXe siècle, c'est sûr que les gens sont plus ouverts à la science, c'est logique.

4) La science aide beaucoup la société... la santé, les hôpitaux, on en a besoin.

5) Pour aller sur la lune, par exemple, si on n'avait pas de science, on ne pourrait pas, puis c'est sûr que même si on n'avait pas encore découvert jusqu'à maintenant ce qui a été découvert, ça aurait été fait plus tard... dans le fond, c'est une destinée.

6) Je ne sais plus, je pense qu'il a parlé de génétique... Qu'est-ce qu'il a fait Darwin?

7) Oui, je l'ai étudié(e) et j'ai étudié l'autre qui disait que les girafes avaient un grand cou parce que les feuilles étaient hautes et elles devaient manger... donc, à force d'étirer leurs cous, ceux-ci devenaient plus longs...

L'élève 11

1) D'abord, je trouve que les sciences, ça nous apporte beaucoup, ça

nous développe au point de vue mental, ça nous montre que...

- 2) Les sciences, ça me développe au point de vue mental.
- 3) Ça été très controversé, ça c'est sûr.
- 4) C'est surtout les vieux, les anciens qui ont arrêté la marche de l'évolution parce qu'ils avaient des croyances...
- 5) Tu sais, quand ça fait quarante ans que tu dis qu'il y a quelqu'un en haut puis... là, du jour au lendemain, il y a quelqu'un qui t'apporte une brique et qui te dit: regardes ça et dis moi ce que tu en penses...
- 6) Tu as là quarante ans de conviction et deux cent misérables feuilles puis tu regardes ça, puis tu penses que ça détruit toutes tes quarante ans.

L'élève 12

- 1) La théorie de l'évolution, j'ai oublié... c'est l'année passée que nous l'avons étudiée.
- 2) On ne peut pas comparer l'intelligence d'une personne qui a vécu il y a trois siècles et celle qui a vécu il y a un siècle, parce que les appareils dont ils disposaient n'étaient pas les mêmes.
- 3) On la (l'ancienne explication) garde pour la culture, pour connaître l'évolution.
- 4) La science a toujours influencé la société, lorsqu'il y a eu la gravité, personne n'a voulu le croire... comment vous dire ça? La science a toujours influencé la société.

L'élève 13

- 1) Ben là, je ne sais plus.

- 2) Non. (je ne sais pas comment on est arrivé à la théorie de l'évolution).
- 3) Ça évolue... A cette heure, le monde est plus porté à aller vers les sciences et tout ça...
- 4) La science a un peu rapport avec toutes les choses qui se sont faites ... La science évolue, donc, nous autres, on évolue.

L'élève 14

- 1) Lorsqu'il y a eu le téléphone, on a pu se parler de loin... lorsqu'il y a eu la voiture, on a pu voyager... la science aide beaucoup la société.
- 2) Les produits de la science influencent beaucoup la société.
- 3) Le mode de vie ne pouvait pas être le même avant et après la découverte de l'automobile.

L'élève 16

- 1) La science a permis de découvrir beaucoup d'instruments, d'appareils qui influencent le comportement physique et moral des gens.
- 2) Si la société a pu évoluer, c'est grâce à la science.
- 3) La science a influencé beaucoup le mode de vie de la société...
- 4) Avant que Bell découvre le téléphone, on ne pouvait pas communiquer d'un continent à l'autre... ça a changé toute la façon de vivre.

L'élève 17

- 1) En chimie, par exemple, il y a quelque chose qui m'a frappé... quand on dit que les électrons circulent dans un sens, puis là, en physique, ce

sont les ions qui circulent dans ce sens, c'est tout mêlé, c'est le contraire complètement... c'est cette sorte d'affaires qui fait retarder l'avancement de la science.

2) Ça ne sert à rien de dire qu'avant, le monde pensait que c'est comme ça, autant dire oubliez les.

3) Si on ne connaissait pas encore la relativité, on ne serait pas aussi avancé... on serait retardé par mal.

B.5.2 Le regroupement des données

E1	<ul style="list-style-type: none"> - La science et la société sont liées.(1) - La science dépend de la philosophie qu'on a, c'est un phénomène de civilisation.(2) - Elle peut aider le bien-être matériel de l'homme.(5,6,7)
E2	<ul style="list-style-type: none"> - La science doit permettre le mieux-être des individus.(1,2,4) et de l'évolution sociale.(3)
E3	<ul style="list-style-type: none"> - La science influence notre mode de vie.(1)
E5	<ul style="list-style-type: none"> - Les gens qui se posent des questions assurent une évolution en sciences.(1,2) - La science permet une certaine ouverture sur le monde.(3,4)
E6	<ul style="list-style-type: none"> - Les découvertes scientifiques influencent le monde et le font progresser.(2) - Les nouveaux produits de la science influencent la société et celle-ci doit s'y adapter.(3,5)
E7	<ul style="list-style-type: none"> - La science influence notre mode de vie.(3) - Il faut s'informer de ce qui se passe en science.(2,4,5)
E8	<ul style="list-style-type: none"> - La science aide beaucoup la société.(1,2,3,4) - Ses applications se répercutent sur la société.(5)
E9	<ul style="list-style-type: none"> - La religion a été un obstacle à la science (1,2) dont le rôle est d'expliquer les phénomènes.(3)
E10	<ul style="list-style-type: none"> - La recherche se fait pour trouver la vérité.(1) - La société a été un obstacle à la science mais de nos jours, les gens sont plus ouverts à la science.(2,3) - La science aide beaucoup la société.(4,5)

E11	<ul style="list-style-type: none">- Les croyances ont été des obstacles au développement de la science.(3,4,5,6)- Les sciences, ça nous développe au point de vue mental.(1,2)
E12	<ul style="list-style-type: none">- L'ancienne explication pour la culture.(3)- La science a toujours influencé la société.(4)
E13	<ul style="list-style-type: none">- Si nous évoluons, c'est parce que la science évolué.(3,4)
E14	<ul style="list-style-type: none">- La science aide beaucoup la société (1) et influence son mode de vie.(2,3)
E16	<ul style="list-style-type: none">- La science influence le mode de vie de la société (1,3,4), c'est grâce à la science que la société a pu évoluer.(2)
E17	<ul style="list-style-type: none">- La science permet notre avancement.(1,3)

BIBLIOGRAPHIE

- 1- ABEROUCH, Mohamed. Les obstacles épistémologiques et l'origine sociale. Thèse de maîtrise, 1981, Université Laval, Québec.
- 2- AIKENHEAD, S. Glen. L'enseignement des sciences dans une perspective sociale, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1981.
- 3- ALAM, I. ORPWOOD, G. SOUQUE, J.P. L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. Études de documentation No.52, vol.2, Ottawa, 1984.
- 4- ALEGRIA, J. et autres. L'espace et le temps aujourd'hui, Éditions du Seuil, Paris, 1983.
- 5- ASTOLFI et collaborateurs. Quelle éducation scientifique, pour quelle société?, FUF, Paris, 1978.
- 6- ASTOLFI. Jean-Pierre. "L'analyse des représentations des élèves en sciences expérimentales", Revue française de pédagogie, No.88, 1984, pp.15-26.
- 7- BACHELARD, Gaston. La formation de l'esprit scientifique, Librairie philosophique Jean Vrin, Paris, 1980.
- 8- BACHELARD, Gaston. La philosophie du non, Presses Universitaires de France, Paris. 1981.
- 9- BACHELARD, Gaston. Le nouvel esprit scientifique, Presses Universitaires de France, Paris, 1983.
- 10- BACHELARD, Gaston. Étude sur l'évolution d'un problème de physique: la propagation thermique dans les solides, Librairie Vrin, Paris.
- 11- BEMMOUNA, Benyounes. Enseignement explicite de certains procédés heuristiques, en mathématiques, à des élèves-professeurs de CPR au Maroc, thèse de maîtrise 1981, Université Laval, Québec.
- 12- BENYAMNA, Salah. Étude comparative des manifestations d'obstacles épistémologiques chez des enseignants de sciences du premier cycle du secondaire et les élèves de terminales scientifiques, thèse de maîtrise, 1981, Université Laval, Québec.
- 13- BIEZUNSKI, Michel et autres. La recherche en histoire des sciences, éditions du Seuil, Paris, 1983.
- 14- BOUTAN, A. et ALMEIDA, J.Ch. Cours élémentaire de physique, Dunod, Paris.
- 15- CANGUILHEM, Georges et collaborateurs. Introduction à l'histoire des sciences, Librairies Classiques Hachettes, Paris, 1970.
- 16- CANGUILHEM, Georges. Études d'histoire et de philosophie des sciences, Librairie Vrin, Paris, 1975.

- 17- CHAPEVILLE, J. et autres. Le Darwinisme aujourd'hui, Éditions du Seuil, Paris.
- 18- COUMET, Ernest. "Karl Popper et l'histoire des sciences", Annales économies, société, civilisations, vol.30, No.5, 1975, pp.1105-1119.
- 19- DESAUTELS, Jacques. École + science = échec, Presses de l'université du Québec, 1980.
- 20- DESAUTELS, Jacques et SOUQUE, Jean-Pascal, "Projet d'orientation de l'éducation scientifique au niveau secondaire au Québec" Spectre, vol.8, No.5, juin 1979.
- 21- DESPIN, Jean-Pierre, BARTHOLY, Marie-Claude, GRANDPIERRE, Gérald. La science: épistémologie générale, Éditions Magnard, Paris, 1978.
- 22- DUMONT, François. "La fonction sociale de l'histoire" Histoire sociale, vol.4, 1969, pp.5-16, Québec.
- 23- DONALD, A. Georges. L'enseignement des sciences vu par un ingénieur, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1981.
- 24- DOUGLAS, Roberts. La culture scientifique, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1983.
- 25- DURKHEIM, Émile. L'évolution pédagogique en France, Presses universitaires de France, Paris, 1969.
- 26- DUCHESNE, Raymond. La science et le pouvoir au Québec (1920-1965), Éditeur officiel du Québec, Québec, 1978.
- 27- FACTOR, Lance et KOOSER, Robert. Value Presuppositions in Science Textbooks, a Critical Bibliography, Knox College, Galesbourg, Illinois, 1981.
- 28- GAUTHIER, Benoit et autres. Recherche sociale, Presses de l'Université du Québec, Québec 1984.
- 29- HULIN, Nicole. "L'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique" Revue française de pédagogie, No.66, pp.5-27, janvier, février, mars, 1984.
- 30- JACQUARD, Albert. Inventer l'homme, Éditions Complexes, Bruxelles, 1984.
- 31- JACQUARD, Albert. Éloge de la différence: Paris, 1982, Éditions du Seuil.
- 32- JAUBERT, A., LÉVY-LEBLOND J.A. (auto) Critique de la science, Éditions du Seuil, Paris, 1973.
- 33- JORLAND, Gérard. La science dans la philosophie, Gallimard, Paris, 1981.

- 51- PAGE, E. James. Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1979.
- 52- PIAGET, Jean et GARCIA, Rolando. Psychogénèse et histoire des sciences, Flammarion, 1983.
- 53- PIAGET, Jean. Introduction à l'épistémologie génétique, Presses Universitaires de France, Paris, 1973.
- 54- PIAGET, Jean. Psychologie et épistémologie, Denoël Gonthier, Paris, 1970.
- 55- PIAGET, Jean. Six études de psychologie, Denoël Gonthier, Paris, 1964.
- 56- PIAGET, Jean. Où va l'éducation?, Bibliothèque Méditations, Paris, 1972.
- 57- PIMENTEL, G.C. Chemical Study Material, traduit par Plante J-L. et autres. La chimie, science expérimentale, Montréal, 1967.
- 58- POMIAN, Krysztoff. CNRS. "Histoire de la science et histoire de l'histoire" Annales: économies, sociétés, civilisations, pp.935-52, Paris, 1975.
- 59- REDONDI, Pietro. "Les tensions actuelles de l'histoire des sciences", Annales: économies, sociétés, civilisations, No.4, 1981, pp.572-590.
- 60- RISI, Marcel. La macroscole ou l'enseignement systématique des sciences, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1982.
- 61- ROSMORDUC, Jean. De Thalès à Einstein, Études vivantes, collection "Axes", Montréal, 1979.
- 63- RUSSO, François. Nature et méthode de l'histoire de sciences, Librairie scientifique et technique, Paris, 1983.
- 64- RUSSO, François. L'histoire des sciences, Bulletin des bibliothèques de France, Paris, 1968.
- 65- RUSSO, François. "L'appréciation de la découverte et de l'invention" in L'aventure de l'esprit, mélanges Alexandre Koyré, Herman, Paris, 1964.
- 66- SCHAGRIN, Morton. "History or Science" School Science Mathematic, vol.69, p.393-10, 1969.
- 67- SERVAN-SHREIBER, J.Jacques. Le défi mondial, Librairie Fayard, Paris, 1980.
- 68- SIMARD, Émile. La nature et la portée de la méthode scientifique, Presses de l'Université Laval, Québec, 1956.
- 69- STACHIEWICZ, M. Wanda. Copernic et les temps nouveaux, Presses de l'Université Laval, Québec, 1974.

- 34- KILBOURN, Brent. "World Views and Science Teaching", tiré de Seeing Curriculum in a New Light, sous la direction de Hugh Munby et al. Oise Press, Toronto, 1980.
- 35- KOYRÉ, Alexandre. Études d'histoire de la pensée scientifique, Gallimard, Paris, 1973.
- 36- KUHN, Thomas. La structure des révolutions scientifiques, Camps Flamme-ric, Paris, 1983.
- 37- LAKRAMTI, Ahmed. Étude exploratoire des difficultés d'apprentissage que rencontrent en mathématiques les élèves marocains du premier cycle du secondaire, en relation avec l'emploi du français pour enseigner cette discipline, thèse de maîtrise, 1982, Université Laval, Québec.
- 38- LANGEVIN, Paul. "La valeur éducative de l'histoire des sciences", Revue de synthèse, Paris, 1933, pp.5-16.
- 39- LANGEVIN, Paul. La pensée et l'action, Éditions Sociales, Paris, 1931.
- 40- LAROCHELLE, Marie. Le degré d'acquisition, de proportion numérique, étudié dans un contexte piagétien dans différents milieux socio-culturels, thèse de maîtrise, 1977, Université Laval, Québec.
- 41- LAROCHELLE, Marie. La pertinence et la faisabilité de la transmission d'une grille biopédagogique, thèse de doctorat, 1984, Université Laval, Québec.
- 42- LEDBETTER, Elaine W. et Young, J.A. A la découverte de la chimie, traduction et adaptation de Bernard Sicotte, édition du renouveau pédagogique, Ottawa, 1975.
- 43- LE GOGG, Jacques, ROGER, Cartier, RUEL, Jacques. La nouvelle histoire, Paris, 1978.
- 44- LEVY-LEBLOND, Mean-Marc. L'esprit de sel, Éditions du Seuil, Paris, 1984.
- 45- MAITTE, Bernard. La lumière, Éditions du Seuil, Paris, 1981.
- 46- MARROU, Henri-Irénée. De la connaissance historique, Éditions du Seuil, Paris, 1954.
- 47- MILLER, Jonathan. Darwin pour débutants, Boréal Express, Québec, 1982.
- 48- MORTON, L. Schagrin. History of Science, History or Science? School Science Mathematic, vol.69, No.4, pp.393-470, mai, 1969.
- 49- MUNBY, Hugh. Qu'est-ce que la pensée scientifique? Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1982.
- 50- ORPWOOD, G. et SOUQUE, J-P. L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes, étude de documentation, No.52, vol.I, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1984.

- 70- THUILLIER, Pierre. Darwin et compagnie, Éditions Complexe, Paris, 1981.
- 71- THUILLIER, Pierre. Le petit savant illustré, Éditions du Seuil, Paris, 1981.
- 72- THUILLIER, Pierre. Jeux et enjeux de la science: essais d'espistémologie critique, R. Laffont, Paris, 1972.
- 73- VALLÉE, Nicole. Le monde du vivant, Fernand Nathan, Paris.
- 74- ZAIM-IDRISSI, L. Khadija. Développement de la pensée critique chez des élèves-professeurs de première année sciences naturelles. Thèse de maîtrise, 1982, Université Laval, Québec.
- 75- ZOUBOV, V.P. "L'histoire des sciences et la biographie des savants". Revue Kwart histori Nauki, vol.VI, pp.29-42, 1981.

