

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

LES CONCEPTIONS DES ÉLÈVES DE QUATRIÈME SECONDAIRE
EN SCIENCES PHYSIQUES 416 ET 436

RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉSENTÉ
À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION (M.Ed.)

PAR
NATHALIE COSSETTE

MARS 1999



Ce rapport de recherche a été réalisé à
l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
dans le cadre du programme de maîtrise en éducation
extensionné de l'UQAR à l'UQAT



Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Mise en garde

La bibliothèque du Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue et de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue a obtenu l'autorisation de l'auteur de ce document afin de diffuser, dans un but non lucratif, une copie de son œuvre dans Depositum, site d'archives numériques, gratuit et accessible à tous.

L'auteur conserve néanmoins ses droits de propriété intellectuelle, dont son droit d'auteur, sur cette œuvre. Il est donc interdit de reproduire ou de publier en totalité ou en partie ce document sans l'autorisation de l'auteur.

REMERCIEMENTS

Je désire exprimer ma reconnaissance aux enseignants, Michel Brisebois, Sylvain Cardinal et Nathalie Veillette ainsi qu'aux élèves de la Cité étudiante Polyno de La Sarre qui ont bien voulu participer à cette recherche.

J'exprime également ma gratitude à madame Suzanne Tamsé, professeure au département des sciences de l'éducation de l'UQAT, pour le support apporté ainsi que pour les judicieux conseils qui ont permis la rédaction de cette recherche.

De plus, j'aimerais remercier, Chantal Girard, statisticienne, sans qui, le traitement statistique de mes données avec SPSS aurait été un cauchemar.

Je désire également remercier, ma mère, Claudette Marquis, pour les nombreuses heures passées à corriger mes écrits.

Enfin, je ne peux oublier mon conjoint, Yves Bédard, qui m'a supporté tout en me donnant de précieux conseils tout au long de ces trois années de travail.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	i
RÉSUMÉ	iv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1	
CADRE DE RÉFÉRENCE	4
1.1 Didactique et pédagogie	5
1.2 Relation élève-savoir	6
1.3 Relation enseignant-savoir	7
1.4 Relation enseignant-élève	8
1.5 Les conceptions	8
1.5.1 Définition de "conception"	8
1.5.2 Définition de représentation	9
1.5.3 Utilisation du terme conception plutôt que celui de représentation	10
1.5.4 Les différentes composantes d'une conception	10
1.5.5 Les conceptions et l'apprentissage	11
1.6 Les sciences et l'activité scientifique	12
1.7 Les savoirs scientifiques	13
1.8 La structure des savoirs scientifiques	13
1.9 Les sciences physiques et l'électromagnétisme	16
1.10 La typologie des conceptions	16
1.11 But et objectifs spécifiques	18
1.12 Question de recherche	18
CHAPITRE II	
MÉTHODOLOGIE	19
2.1 Les instruments de mesures	20
2.1.1 Le questionnaire à réponses ouvertes	20
2.1.2 Le questionnaire à échelle d'attitude	22
2.2 La population choisie	24

2.3	Le déroulement de l'expérimentation	25
2.4	Limitation de la recherche	26
2.5	Traitement statistique	27

CHAPITRE III

	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	29
3.1	La statistique descriptive	30
3.1.1	L'opinion des répondants face aux énoncés sur les ondes	30
3.1.2	L'opinion des répondants face aux énoncés sur l'électricité et le magnétisme	33
3.2	Les tests statistiques	35
3.2.1	Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur les ondes	37
3.2.2	Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur l'électricité et le magnétisme	44
3.2.3	Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant les ondes sont regroupées comme une seule question	53
3.2.4	Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant l'électricité et le magnétisme sont regroupées comme une seule question	56
3.2.5	Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions (ondes, électricité et magnétisme) sont regroupées comme une seule question	59

CHAPITRE IV

	INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	62
4.1	L'interprétation des résultats pour la statistique descriptive	63
4.1.1	L'opinion des répondants face aux énoncés sur les ondes	63
4.1.2	L'opinion des répondants face aux énoncés sur l'électricité et le magnétisme	65
4.2	L'interprétation des résultats pour la partie tests statistiques	67
4.2.1	Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur les ondes	67
4.2.2	Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur l'électricité et le magnétisme	69

4.2.3	Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant les ondes sont regroupées comme une seule question	70
4.2.4	Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant l'électricité et le magnétisme sont regroupées comme une seule question	71
4.2.5	Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions (ondes, électricité et magnétisme) sont regroupées comme une seule question	71
4.3	Interprétation des résultats par rapport à l'échantillonnage	72
	CONCLUSION	73
	ANNEXE 1	79
	APPENDICE A	
	Questionnaire original de la thèse de doctorat de monsieur Marcel Thouin	80
	APPENDICE B	
	La liste des énoncés de la thèse de doctorat de monsieur Marcel Thouin	105
	APPENDICE C	
	Questionnaire des élèves	122
	APPENDICE D	
	Énoncés des élèves	125
	BIBLIOGRAPHIE	127

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
2.1	Les groupes, le niveau d'enseignement et le nombre d'élèves	24
3.1	Opinion des répondants concernant les énoncés sur les ondes	31
3.2	Opinion des répondants concernant les énoncés sur l'électricité et le magnétisme	33
3.3	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 1 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	38
3.4	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.3	39
3.5	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 3 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	40
3.6	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.5	40
3.7	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 4 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	41
3.8	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.7	41
3.9	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 8 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	42
3.10	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.9	42

3.11	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 11 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	43
3.12	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.11	44
3.13	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 2 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	46
3.14	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.13	46
3.15	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 5 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	47
3.16	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.15	47
3.17	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 6 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	48
3.18	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.17	48
3.19	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 7 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	49
3.20	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.19	50

3.21	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 9 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	51
3.22	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.21	51
3.23	Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 10 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau	52
3.24	Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.23	52
3.25	Type de conception concernant les questions sur les ondes selon le niveau en pourcentage	54
3.26	Type de conception concernant les questions sur les ondes selon le sexe en pourcentage	55
3.27	Type de conception concernant les questions sur l'électricité et le magnétisme selon le niveau en pourcentage	57
3.28	Type de conception concernant les questions sur l'électricité et le magnétisme selon le sexe en pourcentage	58
3.29	Type de conception retrouvée dans notre étude selon le niveau en pourcentage	60
3.30	Type de conception retrouvée dans notre étude selon le sexe en pourcentage	61

RÉSUMÉ

Notre recherche a pour but d'identifier les différents types de conceptions , en électromagnétisme, des élèves de quatrième secondaire de la Cité étudiante Polyno de La Sarre, une école de la Commission scolaire Abitibi. Les objectifs spécifiques de notre recherche sont : 1) répertorier les types de conceptions des élèves par rapport à l'électromagnétisme, 2) analyser ces conceptions afin de les classier selon les différents types et 3) vérifier si elles sont différentes selon le niveau de l'élève (416 ou 436) et /ou le sexe.

Les écrits recensés nous démontrent qu'il existe une typologie des conceptions c'est-à-dire que nous pouvons classier les conceptions selon qu'elles sont plus ou moins évoluées. Ainsi nous ressortons 5 catégories de conceptions telles que les types expérience première, obstacle verbal, substantialiste, connaissance générale et connaissance scientifique. À partir de cette liste, nous avons classifié chaque réponse dans une catégorie. Par la suite, nous avons vérifié s'il y avait une différence significative dans la façon de répondre des élèves de niveau 416 par rapport aux élèves de niveau 436 ainsi que des filles par rapport aux garçons. Nous avons utilisé SPSS pour Windows pour l'analyse statistique.

Nos résultats nous confirment qu'il y a effectivement une différence significative dans la façon de répondre des élèves de niveau 416 par rapport à ceux de niveau 436 ainsi que des filles par rapport aux garçons. Cette différence est plus ou moins grande selon la nature de la question posée. Les questions ont été réparties selon 2 catégories de l'électromagnétisme soit les ondes et l'électromagnétisme, mais nous remarquons dans chacune d'elle une différence dans la façon de répondre.

(conception, typologie des conceptions, sciences physiques, électromagnétisme)

INTRODUCTION

Dans le courant actuel des recherches sur les apprentissages, les conceptions des apprenants commencent à faire l'objet d'une attention particulière. La présente étude s'inscrit dans cette perspective.

L'être humain naît, puis se développe jour après jour. Il acquiert des mouvements qui lui permettent de marcher, des sons qui lui permettent de parler et de développer son intelligence. De sa naissance jusqu'au dernier jour de sa vie, la personne utilisera ses capacités intellectuelles pour être fonctionnelle dans ses différentes activités. C'est par son développement intellectuel qu'elle pourra apprendre de nouvelles choses, mais apprendre, selon De Vecchi et Giordan (1989) ce n'est pas seulement accumuler un ensemble de connaissances, mais bien mettre des concepts en relation pour construire son savoir.

Dans cette recherche, nous dirigerons notre travail vers les sciences que l'on enseigne au secondaire et, plus précisément, vers les sciences physiques de quatrième secondaire, soit les sciences physiques 416 et 436. Notre expérience d'enseignement et les lectures que nous avons effectuées nous permettent d'affirmer avant même de débiter notre travail, que les élèves possèdent beaucoup de conceptions erronées par rapport aux disciplines scientifiques.

Il a été démontré par Driver, Guesne et Tiberghien (1985) que même après avoir subi un enseignement de qualité, c'est-à-dire un enseignement qui permet à l'élève d'acquérir des objectifs spécifiques pour lui permettre de comprendre des concepts, l'élève revient à ses propres conceptions aussitôt l'examen passé. Cela veut donc dire que pour tenter de faire disparaître ces conceptions, l'enseignant doit savoir ce sur quoi elles portent.

Pour pouvoir savoir sur quoi les conceptions des élèves portent, nous devons confronter ces conceptions au savoir réel. Pour ce faire, il doit y avoir des échanges entre élèves, entre l'élève et l'enseignant ainsi qu'entre la classe et l'enseignant. Plus il y aura d'échanges, plus grandes seront les chances pour l'enseignant de retrouver les mêmes conceptions chez différents élèves et ainsi pouvoir créer des ruptures épistémologiques chez les élèves afin de réorganiser la pensée de l'élève pour qu'il acquière la conception qui lui permettra de poursuivre son apprentissage avec le moins de difficulté possible.

Notre recherche a pour but d'identifier les différents types de conceptions , en électromagnétisme, des élèves de quatrième secondaire à la Cité étudiante Polyno de La Sarre, une école de la Commission Scolaire Abitibi. Les objectifs spécifiques de notre recherche sont: 1) répertorier les types de conceptions des élèves par rapport à l'électromagnétisme, 2) analyser ces conceptions afin de les classer selon les différents types et 3) vérifier si elles sont différentes selon le niveau de l'élève (416 ou 436) et/ou le sexe.

Nous croyons qu'il serait intéressant d'approfondir le domaine des conceptions des apprenants afin de pouvoir donner un enseignement de qualité supérieure. Si nous pouvons déterminer ce sur quoi elles portent, nous pourrions diriger notre enseignement afin de réorganiser la pensée des élèves pour un meilleur apprentissage. Étant donné que Driver, Guesne et Tiberghien (1985) ont démontré que même après un enseignement de qualité l'élève revient à ses conceptions de départ, il est nécessaire de nous y intéresser afin de donner à nos élèves le meilleur enseignement qui soit. Cela veut donc dire que pour tenter de les modifier, l'enseignant doit savoir ce sur quoi elles portent.

Dans ce travail, nous nous attarderons aux conceptions des élèves en sciences physiques de quatrième secondaire. Ce programme comprend trois grands thèmes, mais nous travaillerons avec le module deux du programme de sciences physiques concernant l'électricité et plus précisément, l'électromagnétisme.

Nous utiliserons deux questionnaires, un premier à questions ouvertes qui nous servira à faire des tests statistiques pour démontrer s'il y a une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons et / ou selon le niveau d'enseignement 416 et 436. Le second, un questionnaire de type Likert, nous servira à des fins de statistiques descriptives.

Dans les pages qui suivent, vous retrouverez le cadre de référence, la méthodologie, l'analyse des résultats, l'interprétation des résultats et la conclusion. En annexe, vous pourrez retrouver les questionnaires desquels nous avons tiré les questions que nous avons utilisées ainsi que les questionnaires de la présente étude.

CHAPITRE I

CADRE DE RÉFÉRENCE

1.1 Didactique et pédagogie

Le *Petit Larousse 1995* définit la pédagogie comme étant "Théorie, science de l'éducation des enfants; Méthode d'enseignement"(p.759)et la didactique comme étant "Théorie et méthode de l'enseignement (d'une spécialité)"(p.340). En analysant les deux définitions, on peut comprendre que les deux termes sont étroitement liés.

Plusieurs auteurs associent didactique et pédagogie puisque toutes deux sont intégrées à la réflexion sur les apprentissages. On peut donc croire, selon Astolfi et Develay (1989) que la didactique est une réflexion épistémologique (logique des savoirs), psychologique (logique de l'appropriation des savoirs) et pédagogique (science de la relation). Ainsi "la réflexion didactique permet dans cette optique de traduire en actes pédagogiques une intention éducative" (Astolfi, 1989, p.9). La didactique s'intéresse aux situations d'appropriation des savoirs scientifiques. Elle est aussi une méthodologie générale déductive, selon De Corte (1990).

Astolfi (1989) explique aussi que la didactique travaille en tenant compte des contenus d'enseignement comme objet d'étude, c'est-à-dire que l'on étudie les principaux concepts utilisés dans la discipline. De plus, la didactique analyse des situations de classe afin de mieux comprendre de l'intérieur comment cela fonctionne. On regarde les représentations des élèves, leurs modes de raisonnement, etc.

Selon De Corte (1990), la pédagogie est identifiée comme étant la connaissance théorique et la didactique comme la méthodologie de l'enseignement . Ceci nous démontre encore une fois que l'une ne va pas sans l'autre.

Il est à noter que l'apprentissage est relié à la confrontation de différentes conceptions chez les apprenants et que ceci est un obstacle à la pédagogie. L'enseignant pourra tenter de remédier à cette difficulté de trois façons distinctes. Il pourra, premièrement, ignorer l'obstacle et élaborer des conceptions sans se soucier des connaissances préalables de ses élèves. Il pourra aussi demander aux élèves d'explicitier leurs conceptions pour tenter de les détruire par la mise en place d'un conflit socio-cognitif pour rapprocher les concepts spontanés des modèles scientifiques. La troisième technique sera celle où l'enseignant élaborera un conflit intérieur conscient chez l'élève afin de remplacer les idées spontanées erronées par des modèles adéquats (Garnier,C. et al., 1991).

Comme on peut le constater, on ne peut enseigner sans tenir compte de la pédagogie et de la didactique, puisque ces deux outils nous permettent de travailler avec les élèves afin de faciliter leurs apprentissages. Nous utiliserons ces champs disciplinaires, dans ce projet de recherche, puisqu'il sera question des conceptions et des représentations des élèves. C'est par la didactique que nous pourrions arriver à des pistes pour essayer de modifier les conceptions erronées des élèves.

1.2 Relation élève-savoir

Pour Astolfi (1989), il y a une grande différence entre information, connaissance et savoir. Pour arriver à obtenir une bonne relation entre l'élève et le savoir, l'élève devra faire des efforts pour réorganiser sa pensée.

L'information, c'est ce que l'on reçoit à tous les jours. Cette information se transforme en connaissance par l'intériorisation des données selon l'expérience individuelle. Ainsi, chaque humain possède une certaine connaissance selon la route qu'il a parcourue. Ces connaissances se transforment en conceptions et en représentations. C'est ainsi que chaque personne possède un échantillonnage de conceptions. Celles-ci, erronées ou non, interfèrent grandement dans le processus d'apprentissage et dans la construction des savoirs. Pour réussir à éliminer les conceptions erronées, l'apprenant devra faire des efforts pour créer une rupture épistémologique. Par la suite, avec l'aide d'un cadre théorique, d'un modèle ou d'une formalisation, il pourra arriver à construire de véritables savoirs.

Pour Garnier et al (1991), la construction du savoir est un processus social. L'élève doit être constamment en interaction. Plus il y en aura, meilleures seront les performances parce qu'il y aura une décentration des représentations de l'élève ainsi qu'un enjeu socio-affectif. Il est aussi mentionné par Garnier, que pour qu'il y ait apprentissage, il doit y avoir coopération et confrontation des points de vue. C'est pourquoi cette façon de faire impose à l'enseignant d'être beaucoup plus à l'écoute de ses élèves. Il doit prendre en note les conceptions afin de questionner et de donner à l'élève des pistes pour construire des conceptions plus riches et valables afin de pouvoir s'approprier le savoir.

Le livre de Garnier et al. (1991, p.259) nous mentionne que

...la construction des connaissances par les élèves est la résultante de l'interaction de processus interindividuels et intra-individuels, qui se déroule dans un contexte où l'enseignant conçoit les situations optimisant ces interactions, tout en leur donnant la possibilité de se dérouler pour atteindre le but visé.

1.3 Relation enseignant-savoir

L'enseignement qui se fait dans les écoles aujourd'hui nous dépeint très souvent l'enseignant comme étant le transmetteur d'informations et de savoir. Cette personne est considérée comme étant celle qui sait presque tout, c'est-à-dire qui possède la science infuse, mais est-ce vraiment la réalité?

Giordan et ses collaborateurs (1987, p.28) apportent une piste de réponse dans le livre *L'Élève et/ou les connaissances scientifiques*. Ils écrivent:

Actuellement l'enseignant fait découler uniquement sa pratique de la "science". Mais inconsciemment, de par sa formation et les idées prégnantes dans la discipline qu'il enseigne, il est conditionné non pas par une science qui à la limite n'existe pas, mais par une certaine idée de certaines habitudes, une sorte d'imagerie des sciences. Ce n'est donc pas la science qu'il enseigne, mais l'interprétation qu'il a de la connaissance scientifique. Le maître transmet le savoir à travers son savoir ou ce qu'il croit, ou la projection du "comment il a acquis son savoir" va déterminer "le comment" il transmet ses connaissances.

On comprend bien par cette citation que l'enseignant fait ce qu'il peut avec ce qu'il possède. Ainsi, s'il a des conceptions erronées par rapport à un sujet précis, il y a de fortes chances qu'il les transmette pendant son enseignement.

1.4 Relation enseignant-élève

La relation enseignant - élève est importante, puisque c'est par elle que l'élève pourra apprendre davantage. Selon Giordan (1987), le maître ne peut intervenir efficacement auprès de l'élève que s'il est attentif à celui-ci, c'est-à-dire s'il porte attention aux cheminements de l'élève, aux conceptions ainsi qu'aux processus d'apprentissage. En déterminant les conceptions, l'enseignant pourra créer des ruptures afin que l'élève puisse modifier sa pensée et acquérir le véritable savoir c'est-à-dire celui accepté par la communauté scientifique.

Il est important de toujours se rappeler que l'élève est en situation scolaire d'apprentissage avec d'autres élèves et un enseignant pour le guider. Il y a donc constamment des interactions enseignant-élève, enseignant- groupe d'élèves et élève-élève.

De plus, le maître joue un rôle d'interface entre le savoir et l'élève selon Giordan (1987). Il doit aider l'apprenant à s'approprier le savoir et, pour ce faire, l'élève doit dépasser ses représentations en se les exprimant à lui-même. Ceci ne peut se réaliser que si l'élève peut avoir une action sur les objets (manipulations), des échanges avec ses pairs ainsi que le maître à ses côtés pour jouer le rôle d'interface entre lui et le savoir.

Toujours selon Giordan (1987), l'enseignant doit tenir compte des conceptions qui proviennent du réel chez l'élève puisque, s'il n'en tient pas compte, l'apprenant aura deux systèmes explicatifs parallèles n'ayant aucun lien entre eux, après les explications de l'enseignant. L'élève utilisera les explications de l'enseignant pour les situations de classe et les conceptions de départ pour les autres situations.

L'enseignant joue donc un rôle primordial dans les apprentissages de ses élèves puisqu'il doit être constamment à l'écoute afin de déterminer les conceptions erronées pour tenter de les modifier.

1.5 Les conceptions

1.5.1 Définition de "conception"

Tous les auteurs s'accordent pour dire qu'une conception, c'est une idée sous-jacente. Elle est là pour expliquer différentes situations qui causent des problèmes à l'apprenant (Astolfi, 1992;

Giordan et De Vecchi, 1987; Giordan, Girault, Clément, 1994; Thouin, 1996).

Les conceptions sont:

..des productions originales, ou mieux, comme un univers construit de significations, mettant en jeu des savoirs accumulés et plus ou moins structurés, proches ou éloignés des connaissances scientifiques qui leur servent de références. Dans chaque situation précise, cet ensemble n'est qu'en partie activé et mobilisé en fonction des enjeux de la situation, tels que l'apprenant les perçoit (Giordan, Girault, Clément, 1994, p.10).

Elles sont aussi "...un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes, mais surtout il met en évidence l'idée que cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles" (Giordan, De Vecchi, 1987, p.79).

Selon Giordan et De Vecchi (1987), une conception comprend trois parties. Elle est, premièrement, une structure sous-jacente. Ceci veut dire qu'elle traduit l'idée de l'apprenant. Elle est aussi un modèle explicatif, ce qui signifie que, par analogie avec des choses connues, elle permet à l'élève d'expliquer différentes situations en utilisant des situations vécues. C'est pourquoi une conception peut évoluer, se construire selon les situations et explications qui arrivent à l'apprenant. Il est important de noter que c'est l'élève qui construit son savoir, donc ses conceptions. En troisième lieu, "les conceptions ont une genèse à la fois individuelle et sociale" (Giordan, De Vecchi, 1987, p.85). L'apprenant structure ses conceptions au fur et à mesure de sa vie. Il apprend par lui-même, par ses parents, ses amis, ses enseignants, les médias, son "activité professionnelle et sociale d'adulte" (Giordan et De Vecchi, 1987, p.85).

1.5.2 Définition de représentation

Selon Giordan et De Vecchi (1989), les représentations sont des évidences, des acquis pour les élèves, car ils n'ont pas conscience qu'elles sont là. Elles se forment à partir d'éléments extérieurs et elles sont des informations retenues de façon sélective, déconnectées de la situation de départ et utilisées pour une construction nouvelle. Elles sont considérées comme un processus et non comme un produit pour l'action pédagogique. Ce processus sert de point d'appui à la construction du savoir.

1.5.3 Utilisation du terme conception plutôt que celui de représentation

Le terme représentation était beaucoup utilisé dans les recherches en didactique des sciences. Avec le temps, les chercheurs ont réalisé que ce terme était pour le moins ambigu.

Il est connoté différemment selon les écoles qui l'utilisent, tant en psychologie (génétique, sociale, expérimentale ou différentielle), en philosophie, linguistique, ethnologie qu'en pédagogie ou en didactique. Nous avons relevé, à ce sujet, 28 qualificatifs...(Giordan et De Vecchi, 1987, p.79).

Puisque le terme possède plusieurs définitions différentes et qu'il est utilisé de plusieurs façons, les chercheurs se sont entendus pour utiliser le terme de conception. Voici ce que nous disent Giordan, Girault et Clément (1994, p.17):

Mais, insensiblement, le terme de "conceptions" apparaît dans ces travaux à la place de celui de "représentations" jusqu'à ce que Giordan et De Vecchi (1987) et Giordan et Martinand (1988) proposent explicitement aux didacticiens des sciences expérimentales d'utiliser désormais le terme de "conceptions" à la place de celui de "représentations" devenu "trop polysémique", et parce qu'il créait des confusions avec les représentations graphiques d'objets.

Puisque les chercheurs se sont entendus pour utiliser le terme "conceptions" plutôt que celui de "représentations", nous utiliserons le terme "conceptions".

1.5.4 Les différentes composantes d'une conception

Dans le livre *Les origines du savoir* par Giordan et De Vecchi (1987, p.87), les auteurs soumettent les différentes composantes d'une conception. Ils écrivent que "**CONCEPTION = f (P.C.O.R.S.)**" c'est-à-dire que la conception est composée du problème, du cadre de référence, des opérations mentales, du réseau sémantique ainsi que des signifiants. Expliquons ces différentes composantes. Le problème se compose de l'ensemble des questions que l'apprenant se pose afin de mettre en place la conception. Le cadre de référence est l'ensemble des connaissances de l'apprenant qui lui sert pour formuler sa conception. Les opérations mentales sont celles qui servent à l'apprenant pour faire des analogies entre les différents items de son cadre de référence afin d'utiliser sa conception. Le réseau sémantique sert à produire le sens de la conception puisqu'il fait des liens entre le cadre

de référence et les opérations mentales. “ Les signifiants qui regroupent l'ensemble des signes, traces, symboles ... sont utilisés en vue de produire et d'expliquer la conception” (Giordan et De Vecchi, 1987, p.90) .

Comme on vient de le constater, la conception n'est pas quelque chose que l'on peut négliger puisqu'elle met en place tout un ensemble de composantes qui se tisse afin de former une explication à une question. C'est pourquoi, lorsque nous devons transformer une fausse conception, il nous faut découvrir le pourquoi des explications fournies par l'élève. Cette tâche est ardue puisque la fausse conception provient de plusieurs composantes qui se sont tissées pour former quelque chose de durable dans la tête de l'apprenant.

1.5.5 Les conceptions et l'apprentissage

Les recherches en didactique des sciences (Giordan et De Vecchi, 1987; Astolfi et Develay, 1989; Astolfi, 1992; Garnier et al., 1991) tentent à démontrer que le savoir scientifique est difficile à faire comprendre aux élèves. L'apprentissage d'une science est quelque chose de souvent parasité par les conceptions puisque ces dernières sont des “points d'ancrage” (Giordan et De Vecchi, 1987, p.89) qui permettent de faire des liens entre les différents objectifs.

Giordan et De Vecchi (1987, p.94) signalent que “Les conceptions des apprenants se situent ainsi au coeur du problème d'apprentissage, car elles participent au jeu des relations existant entre les informations dont dispose un individu et celles qu'il rencontrera tout au long de son existence; c'est sur ces éléments que s'élaborent ses nouveaux savoirs et par là même ses conduites futures.”

Il est donc très important pour l'enseignant de prendre en compte les conceptions des apprenants. L'enseignant doit les faire ressortir. Pour ce faire, il devra trouver des situations favorables et motivantes qui causent problèmes à l'élève. L'enseignant devra poser des questions pour que l'apprenant livre le fond de sa pensée. Un moyen utilisé est celui de la confrontation entre élèves. L'enseignant doit aussi créer des ruptures par rapport aux conceptions et à la réorganisation des champs de connaissances. En créant des ruptures, l'enseignant pourra semer le doute dans l'esprit de l'élève et c'est de cette façon que ce dernier arrivera à modifier ses conceptions. L'enseignant devra utiliser les conceptions comme indicateurs afin de trouver, les obstacles et les difficultés rencontrés par l'élève ainsi que le

point d'appui qui permet à l'élève d'obtenir son cadre de référence et d'apprendre (Giordan, 1987).

1.6 Les sciences et l'activité scientifique

Les sciences visent à décrire, à expliquer et à prédire des phénomènes. On décrit des phénomènes pour pouvoir formuler des lois qui seront vérifiées expérimentalement. Par la suite, grâce à ces lois, nous pourrions prédire certains événements et phénomènes (Thouin, 1996).

Au secondaire, il y a plusieurs cours de sciences qui sont offerts. On retrouve l'écologie en première secondaire, les sciences physiques en deuxième secondaire, la biologie et un cours de sciences technologiques en troisième secondaire, les sciences physiques en quatrième secondaire ainsi que la chimie et la physique en cinquième secondaire. Cette recherche se concentrera plutôt sur le cours de sciences physiques de quatrième secondaire puisque c'est cette discipline qui nous intéressait. Nous pourrions vérifier auprès de cette clientèle les conceptions axées sur l'électromagnétisme afin de les confronter.

L'activité scientifique se base sur différents savoirs scientifiques, sur la recherche en sciences et sur les sciences du quotidien et les ruptures épistémologiques. Le savoir possède un vocabulaire très précis qui mène à une structure conceptuelle. Il devient encore plus précis et hiérarchisé lorsqu'on parle de structure conceptuelle. La première notion est celle **d'énoncés d'observation**. Ces énoncés servent à décrire des faits tirés de la nature et ils présupposent que l'individu possède déjà des conceptions.

Ceci nous mène à la deuxième notion, soit celle de **concept**. Pour Thouin (1996, p.6), un concept se définit comme étant "des représentations mentales générales et abstraites permettant d'organiser et de simplifier les perceptions et les connaissances." Ces concepts sont situés à plusieurs niveaux. Il faut donc faire attention pour utiliser le bon niveau de concept.

Les sciences se pratiquent au quotidien. Cependant, pour résoudre des problèmes scientifiques, nous devons faire des efforts intellectuels. Selon Thouin (1996, p.8): "Les sciences impliquent souvent de profondes modifications ou ruptures épistémologiques dans les façons d'envisager le monde. En effet, toute personne qui étudie les sciences doit remettre en question ses conceptions habituelles et reconstruire, peu à peu, des concepts plus abstraits et plus complexes".

Les sciences nous font donc constamment reconstruire nos conceptions les plus profondes. Pour apprendre, nous devons les modifier.

1.7 Les savoirs scientifiques

Le savoir scientifique, c'est l'ensemble des connaissances qu'il y a en sciences. Nous pouvons considérer qu'il y a trois grands courants au secondaire, soit les sciences physiques, les sciences biologiques et les sciences chimiques. Nous nous attarderons davantage aux sciences physiques. Malgré une liste très longue des différents savoirs physiques, seul l'électromagnétisme retiendra notre attention puisque nous devons limiter notre recherche.

1.8 La structure des savoirs scientifiques

Pour acquérir un savoir scientifique, on peut utiliser des façons non scientifiques ou scientifiques. Il existe 5 façons non scientifiques, selon Thouin (1996) d'acquérir des connaissances:

- 1° Le sens commun;
- 2° L'autorité: lorsque quelqu'un est en autorité, il a de la crédibilité et ses erreurs peuvent être dangereuses;
- 3° L'expérience personnelle: celle-ci peut être très valable ou très fautive;
- 4° La déduction: on peut formuler des énoncés qui proviennent logiquement de prémisses.
Elle ne permet que de découvrir les conséquences de ce qui est connu;
- 5° L'induction: on formule des énoncés généraux à partir de cas particuliers.

Du côté scientifique, nous retrouvons différentes conceptions.

La conception dogmatique est celle qui présente les théories comme des vérités irréfutables. Dans l'enseignement des sciences au secondaire, cette façon d'apprendre est très répandue puisqu'on demande aux élèves de faire des manipulations afin d'arriver à des conclusions attendues. Avec cette conception, les élèves ne remettent pas en cause leurs conceptions des sciences (Thouin, 1996).

Selon Thouin (1996, p.11), **les conceptions rationalistes** de l'activité scientifique peuvent se définir ainsi : "Les sciences sont les constructions mentales qui résultent d'une interaction constante du monde réel avec l'esprit humain. Les sciences découlent d'un processus d'adaptation infini à notre environnement." Les conceptions rationalistes nous expliquent qu'il est possible de faire des sciences puisqu'il y a une logique dans la découverte scientifique.

Le vérificationnisme (ou empirisme classique, individualisme ou positivisme) est l'une des conceptions rationalistes les plus répandues. Selon cette conception, on décrit la méthode scientifique selon quatre étapes:

- 1- L'observation minutieuse de la nature permet d'établir un certain nombre de faits.
- 2- L'induction permet d'établir des lois et des théories générales à partir de cas particuliers observés.
- 3- L'expérimentation offre la possibilité de faire des observations supplémentaires qui permettent de prouver, de vérifier les lois et les théories.
- 4- La déduction permet d'énoncer des explications et des prédictions qui découlent de ces lois et théories. (Thouin, 1996, p.11-12)

Cette façon de faire est celle employée dans la plupart des méthodes d'enseignement des sciences et ce, à tous les niveaux d'enseignement.

La conception la plus répandue présentement est celle du **correctionnisme**. C'est le philosophe Robert (1993) qui l'a proposée et on la retrouve dans Thouin (1996) ¹. Selon Robert:

La science est une activité humaine qui consiste à:

- 1- Se représenter le monde au moyen d'un langage permettant d'exprimer des concepts et des relations entre ces concepts.
- 2- Corriger constamment ces concepts et ces relations de cause à effet pour éliminer les problèmes de consistance à l'intérieur de 3 ordres de langage, soit: l'ordre descriptif (les énoncés d'observation et les classifications), l'ordre explicatif (les relations de cause à effet exprimées sous forme de lois et de théories et l'ordre justificatif (les modèles et les façons de connaître) .

Selon cette conception, "une science n'est ni vraie ni fausse, ni vérifiable, ni falsifiable, mais elle a néanmoins une valeur objective et non pas seulement une valeur relative. Une théorie scientifique est meilleure qu'une autre si elle diminue le nombre de problèmes de consistance entre les 3 ordres de langage, ou à l'intérieur de ceux-ci" (Thouin, 1996, p.17).

Cette conception porte une attention toute particulière à l'apprentissage donc à l'acquisition d'un langage adéquat et de la solution de problèmes. "Le langage des sciences est constitué d'un vocabulaire qui permet d'exprimer des énoncés d'observation et des concepts, et d'une grammaire qui permet d'exprimer des relations entre des concepts sous forme de lois, de théories et de modèles" (Thouin, 1996, p.17). Cette définition nous porte à croire qu'il y a un vocabulaire précis et que celui-ci doit être utilisé afin que tous puissent se comprendre.

Ainsi cette conception du correctionnisme nous conduit à une définition de l'apprentissage d'une science.

Apprendre une science, c'est donc:

- 1- Apprendre un langage permettant d'exprimer des énoncés d'observation et des concepts (ordre descriptif), des lois et des théories (ordre explicatif), des modèles et des façons de connaître le monde (ordre justificatif).
- 2- Apprendre à résoudre des problèmes de consistance entre ces 3 ordres de langage ou à l'intérieur de ceux-ci (Thouin, 1996, p.18) .

1- Serge Robert, *La logique de la découverte scientifique*, Ottawa, PUO, 1993; cité dans Marcel Thouin, *Introduction aux sciences de la nature, concepts de base, percées historiques, et conceptions fréquentes*, Sainte-Foy, Éditions Multimondes, 1996, p.16

Par contre, pour apprendre, il faudra pouvoir solutionner des problèmes qui, pour ce faire, "... consiste à éliminer des inconsistances, des contradictions entre des observations, des définitions, des classifications, des lois, des théories ou des modèles" (Thouin, 1996, p.17).

1.9 Les sciences physiques et l'électromagnétisme

Lorsqu'on parle de physique, on parle de la science qui a pour objet d'étude les propriétés de la matière, du temps et de l'espace. Cette science se subdivise en différentes parties, soit la physique de base, la physique atomique, la mécanique classique, la relativité, l'optique, l'acoustique, la thermodynamique, l'électromagnétisme et la technologie. Ces différentes divisions de la physique ont toutes des savoirs scientifiques différents et précis. Voyons maintenant ce que sont les différents savoirs scientifiques de l'électromagnétisme (Thouin, 1996).

L'électromagnétisme étudie le magnétisme (aimant, boussole, champ magnétique, etc), l'électricité statique et le courant électrique (courant continu ou alternatif, les circuits en série et en parallèle, les conducteurs, les isolants) ainsi que les différentes relations qu'il y a entre le magnétisme et l'électricité (Thouin, 1996).

1.10 La typologie des conceptions

Pour pouvoir classifier nos conceptions, il nous faut trouver une typologie qui convienne à ce qui nous intéresse. En recensant les écrits, nous avons découvert que Bachelard (1960) a élaboré une typologie qui comprend des catégories selon les obstacles épistémologiques puisqu'il prétend qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique en terme d'obstacles.

Cette classification comprend 10 items que M. Thouin (1987, p.21 à 23) a repris dans sa thèse de doctorat. Il les décrit comme suit:

- L'obstacle de l'expérience première qui consiste à expliquer un phénomène en se fiant aux apparences (exemple: le soleil tourne autour de la Terre).
- L'obstacle verbal qui consiste à expliquer un phénomène simplement en ayant recours à un mot, une expression, une image (exemple: un oeuf qui cuit adhère à une poêle en fonte parce que ses molécules forment " comme une espèce de ventouse").

- L'obstacle substantialiste qui consiste à expliquer un phénomène en postulant l'existence d'une substance (exemple: " le froid s'infiltrer" par les fenêtres peu étanches).
- L'obstacle de la connaissance générale qui consiste à expliquer un phénomène en ayant recours à un concept général de façon abusive (exemple: la glace fond à cause de l' "énergie").
- L'obstacle de la connaissance unitaire qui consiste à expliquer un phénomène en le qualifiant simplement de normal, habituel ou naturel (exemple: il neige en hiver parce que "c'est naturel" qu'il en soit ainsi).
- L'obstacle de la connaissance pragmatique qui consiste à expliquer un phénomène physique en se basant sur son apparente utilité ou inutilité (exemple: Voltaire ne voyait pas d' "utilité" à la période de précession des équinoxes, donc, selon lui, c'était un phénomène inexistant).
- L'obstacle animiste qui consiste à expliquer un phénomène en attribuant une volonté aux objets (exemple: le mouvement d'une pierre en chute libre est accéléré " parce qu'elle a hâte de rencontrer le sol").
- L'obstacle créé par le mythe de la digestion qui consiste à expliquer un phénomène en l'identifiant à une assimilation (exemple: un malade guérit parce que " son mal a été digéré").
- L'obstacle créé par le mythe du germe universel qui consiste à expliquer un phénomène en l'identifiant à une forme de germination (exemple: la vie apparaît sur une nouvelle île volcanique parce que " toute pierre contient des semences").
- L'obstacle de la connaissance quantitative qui consiste à expliquer un phénomène physique par une simple opération sur des nombres (exemple: une petite quantité d'eau à 10°C mélangée à une grande quantité d'eau à 30 °C va donner de l'eau à 20 °C).

De cette liste, 4 obstacles sont retenus par Thouin (1987) puisque les autres se retrouvent davantage au niveau de l'enseignement au primaire. Il s'agit de l'**obstacle de l'expérience première**, de l'**obstacle verbal**, de l'**obstacle substantialiste** et de l'**obstacle de la connaissance générale**. À cette liste, l'auteur ajoute un cinquième élément soit les **explications de nature scientifique**, c'est-à-dire la conception que l'on recherche et qui donne une explication scientifique à la question posée.

Nous allons, tout comme Thouin (1987), garder cette classification afin de nous permettre de classer les réponses de nos répondants en cinq classes distinctes. Cette façon de faire va nous permettre de vérifier si les élèves de quatrième secondaire ont des conceptions plus ou moins élaborées ainsi que d'en déterminer la nature.

De plus, Thouin (1987) a élaboré une typologie des représentations qui consiste à regrouper les conceptions en deux types : "représentations semi-évoluées" qui regroupent les types de conceptions, expérience première et substantialiste ainsi que les "représentations évoluées" qui sont associées à obstacle verbal, connaissance générale et connaissance scientifique. Selon les résultats de cette recherche, les élèves auraient de la difficulté à faire la différence entre les conceptions de type "obstacle verbal" et "connaissance scientifique" puisqu'ils n'ont pas encore atteint la maturité cognitive nécessaire. Il faut dire que la population choisie pour répondre à sa recherche est plus jeune (septième année, Alberta) que celle retenue pour effectuer notre étude.

1.11 But et objectifs spécifiques

Le but de cette recherche consiste à identifier les différents types de conceptions, en électromagnétisme, des élèves de quatrième secondaire inscrits à la Cité étudiante Polyno de La Sarre. Les objectifs spécifiques sont: 1) répertorier les conceptions des élèves, en électromagnétisme; 2) analyser ces conceptions afin de les classer selon les différents types et enfin 3) vérifier si elles sont différentes selon le niveau de l'élève (sciences physiques 416 ou 436) et / ou selon le sexe.

1.12 Question de recherche

Suite aux objectifs que nous nous sommes fixés, notre question de recherche est la suivante:
Quels sont les types de conceptions en électromagnétisme des élèves de quatrième secondaire inscrits aux cours de sciences physiques 416 et 436 à la Cité étudiante Polyno de La Sarre?

La méthodologie employée pour recueillir les informations nécessaires pour répondre à notre question de recherche sera explicitée dans le prochain chapitre.

CHAPITRE II

MÉTHODOLOGIE

Cette recherche a pour but d'identifier les différents types de conceptions des élèves de quatrième secondaire, à la Cité étudiante Polyno de La Sarre, en électromagnétisme, afin de nous permettre de donner un enseignement de meilleure qualité pour que les élèves puissent posséder un savoir scientifique plus élaboré.

La méthodologie utilisée pour cette recherche s'inscrit dans le sens de la collecte de données par l'utilisation de questionnaires.

2.1 Les instruments de mesures

2.1.1 Le questionnaire à réponses ouvertes

Après plusieurs lectures et recherches axées sur les conceptions et leurs types, nous avons retenu les outils utilisés par Thouin pour sa thèse de doctorat (1987), intitulé " *Une typologie des représentations du monde physique chez des élèves au début du secondaire*". Étant donné que le sujet d'étude était du même type, nous avons utilisé les questionnaires qu'il a élaborés. On peut retrouver les questionnaires en annexe I, appendice A et B.

Dans un premier temps, nous avons discuté avec l'auteur de l'option d'utiliser les questionnaires de son étude. Il nous a donné son accord en nous proposant de prendre le questionnaire à choix multiples et de le transformer en questionnaire à réponses ouvertes. Selon lui, et nous sommes aussi de cet avis, les questions à réponses ouvertes offrent l'avantage de recueillir une multitude d'informations. Ainsi, nous pourrions retrouver plus facilement les différents types de conceptions des élèves et nous aurons un portrait plus représentatif des conceptions de ces derniers. Nous obtiendrons, par ce questionnaire, la façon dont l'élève perçoit un sujet concernant l'électromagnétisme. Cette façon de faire nous intéresse puisque nous ne suggérons pas de réponse à l'élève ce qui, nous le croyons, influence moins les réponses de celui-ci. Nous savons qu'avec un questionnaire à choix multiples, nous ne pouvons être certains que l'élève a donné cette réponse parce qu'il connaît le sujet ou bien parce qu'il a été chanceux et qu'il a choisi la réponse exacte.

Nous croyons donc que le fait d'utiliser des questionnaires à réponses ouvertes nous donnera des informations plus pertinentes sur la façon dont les conceptions sont structurées chez les apprenants. Elles seront donc plus faciles à classifier et à utiliser par l'enseignant dans le but de donner le meilleur enseignement possible aux apprenants.

Après avoir pris la décision de transformer le questionnaire à choix multiples en questionnaire à réponses ouvertes, il nous fallait faire un élagage de questions puisque le questionnaire original (annexe I, appendice A) comptait 96 questions regroupées en différents thèmes de la physique comme : la thermodynamique, l'optique et l'acoustique, la mécanique classique, la géologie et la météorologie, l'électromagnétisme, la chimie-physique, l'astronomie, la chimie et l'aérodynamique. Notre recherche étant axée sur l'électromagnétisme, nous avons retrouvé 11 questions qui concernent notre sujet d'étude. Nous les avons toutes utilisées pour élaborer notre questionnaire (annexe I, appendice C).

Voici donc, les onze (11) questions telles que présentées dans le questionnaire.

- 1- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit. Pourquoi?
- 2- Pourquoi une ampoule éclaire-t-elle?
- 3- Comment un appareil de télévision produit-il une image?
- 4- Comment les sons peuvent-ils se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio ?
- 5- Comment une calculatrice peut-elle effectuer des opérations mathématiques ?
- 6- Comment le téléphone transmet-il les voix ?
- 7- Un ballon de baudruche frotté contre un chandail de laine colle à un mur. Pourquoi ?
- 8- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse. Pourquoi ?
- 9- Un barrage sur une rivière peut servir à produire de l'électricité. Pourquoi ?
- 10-On place une boussole près d'un fil qui conduit de l'électricité. L'aiguille est déviée vers le fil. Pourquoi ?
- 11-Pourquoi les rayons X permettent-ils aux médecins de voir à l'intérieur du corps ?

Comme nous pouvons le constater, les questions en électromagnétisme sont orientées vers deux (2) grands thèmes soit, premièrement, les ondes et deuxièmement, l'électricité et le magnétisme. Dans notre analyse, nous reviendrons à ces deux (2) thèmes.

2.1.2 Le questionnaire à échelle d'attitude

Dans un deuxième temps, nous avons utilisé le questionnaire à échelle d'attitude de type Likert de Thouin (annexe I, appendice B) et nous avons supprimé les questions qui ne correspondaient pas à l'électromagnétisme pour obtenir nos 11 questions (annexe I, appendice D). À partir de chacune des questions que nous avons dans le questionnaire à réponses ouvertes, un énoncé a été formulé par Thouin afin d'amener le répondant à donner son opinion en indiquant son niveau d'accord ou de désaccord à l'énoncé selon l'échelle de Likert suivante: 1- accord total, 2- accord, 3- neutre, 4- désaccord, 5- désaccord total.

Les 11 énoncés sont présentés comme suit dans le questionnaire:

- 1- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies.
- 2- Une ampoule éclaire parce que c'est comme un soleil miniature.
- 3- Un appareil de télévision produit une image à l'aide d'un jet de charges électriques dirigées par des ondes.
- 4- Les sons peuvent se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio parce que l'air transmet les ondes sonores.
- 5- Une calculatrice peut effectuer des opérations mathématiques parce qu'elle contient des circuits qui codent les nombres en impulsions électriques.
- 6- Le téléphone peut transmettre les voix parce que le son passe par les fils du téléphone.
- 7- Un ballon de baudruche frotté contre un chandail de laine colle à un mur parce que la laine produit une force d'attraction entre le ballon et le mur.
- 8- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies.
- 9- Un barrage sur une rivière peut servir à produire de l'électricité parce que le courant fait tourner des turbines qui produisent du courant électrique.
- 10-On place une boussole près d'un fil qui conduit de l'électricité. L'aiguille est déviée vers le fil parce que la boussole contient un liquide ou un gaz qui devient magnétique près d'un courant électrique.
- 11-Les rayons X permettent aux médecins de voir à l'intérieur du corps parce que ces rayons permettent de prendre des photos en noir et blanc.

On peut constater à la lecture de ces énoncés qu'ils ne présentent pas tous l'explication scientifique. Nous retrouvons, ici, la classification de Bachelard telle que redéfinie par Thouin (1987) pour sa thèse de doctorat. Les énoncés sont du type **expérience première, obstacle verbal, substantialiste, connaissance générale et connaissance scientifique**. Dans notre analyse, cette façon de faire va nous permettre de déterminer si les élèves peuvent détecter, en émettant leur opinion, le type de conception d'un énoncé.

Ce questionnaire nous permettra de déterminer comment l'élève peut expliquer sa façon de comprendre un sujet et comment il peut être en accord ou en désaccord avec une affirmation. La fiabilité et la validité des questionnaires de Thouin ont été établies préalablement lors de l'écriture de sa thèse pour des jeunes de septième année de l'Alberta. Un groupe de dix juges avait participé à la validation du questionnaire pour vérifier si les questions étaient rédigées clairement et s'interprétaient de la même façon. Les juges étaient tous des enseignants au secondaire. Six (6) d'entre eux détenaient un baccalauréat en sciences et un baccalauréat après diplôme (soixante (60) crédits supplémentaires), un (1) détenait un baccalauréat en sciences et un certificat en enseignement, un (1) détenait un baccalauréat avec majeure en sciences et mineure en éducation et deux (2) possédaient un baccalauréat en sciences et une maîtrise en sciences de l'éducation. Ce jury était donc apte à déterminer la validité des questionnaires. C'est pourquoi nous n'avons pas refait une validation du questionnaire.

Ces deux questionnaires vont nous permettre de cerner les types de conceptions des élèves. La comparaison des résultats des élèves de 416 et de 436 nous orientera probablement sur les types de conceptions des élèves en difficultés par rapport aux élèves qui réussissent bien en sciences.

Suite à l'analyse statistique de ces questionnaires, nous identifierons les types de conceptions des élèves par rapport à l'électromagnétisme. En comparant les deux questionnaires d'un même élève, nous pourrions peut-être déceler des différences dans la façon de donner une réponse lorsque la question est ouverte et lorsque c'est un énoncé où il faut donner son opinion. De plus, la comparaison entre les élèves éprouvant des difficultés (416) à ceux qui réussissent mieux (436) nous permettra peut-être d'identifier certaines conceptions qui nuisent aux élèves et d'autres qui permettent de mieux comprendre et de réussir en sciences au secondaire.

2.2 La population choisie

Pour les fins de cette recherche, nous utiliserons la population étudiante de la Cité étudiante Polyno de La Sarre inscrite à un cours de sciences physiques 416 et 436 pour l'année scolaire 1996-1997. Cette population regroupe environ 400 élèves . Pour notre échantillon, nous choisirons environ 180 élèves. Nous devons limiter notre échantillon à cause de problèmes d'accessibilité aux groupes.

Six (6) groupes ont été choisis c'est- à-dire 3 groupes de 416 et 3 groupes de 436 répartis dans les classes de trois (3) enseignants différents que nous nommerons enseignant A - B et C. Les groupes étaient répartis comme suit:

Tableau 2.1
Les groupes , le niveau d'enseignement et le nombre d'élèves

Enseignant(e)	Numéro de groupe	niveau	nombre d'élèves
Enseignant A	01	416	28
Enseignant B	03	416	22
Enseignant A	04	416	22
Enseignant A	06	436	33
Enseignant A	07	436	33
Enseignant C	08	436	33
			171

De ces 6 groupes, voici la répartition du nombre de répondants que nous avons obtenue. Nous retrouvons trente- huit (38) filles et vingt-huit (28) garçons de niveau 416 pour un total de soixante-six (66) élèves de niveau 416. Il y a quarante-sept (47) filles et cinquante (50) garçons de niveau 436 pour un total de quatre-vingt-dix-sept (97) élèves de niveau 436. Nous avons donc cent soixante-trois (163) personnes qui ont répondu à nos questionnaires.

Les élèves des groupes 436 sont considérés comme des élèves ayant plus de facilité à l'école c'est-à-dire que pour suivre ce cours, ils doivent avoir atteint une note supérieure à soixante-dix pour cent (70%) en mathématique de troisième secondaire. Pour leur part, les élèves de sciences physiques 416 ont obtenu une note se situant entre soixante pour cent (60%) et soixante-dix pour cent (70%) pour leur cours de mathématique de troisième secondaire.

Les répondants ont entre quinze (15) et dix-huit (18) ans puisqu'ils sont nés entre 1978 et 1981. Il est à noter que notre population ne comprend qu'une personne de dix-huit (18) ans.

2.3 Le déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation a eu lieu avant que l'enseignement portant sur l'électromagnétisme ne débute officiellement pour ne pas fournir de connaissances aux répondants. Les enseignants concernés ont donc fait passer les questionnaires pendant la première semaine d'école de l'année scolaire 1996-1997, c'est-à-dire entre le 30 août et le 6 septembre 1996 dans les classes de sciences physiques.

Chaque enseignant avait en sa possession les questionnaires. Ceux-ci avaient été préalablement numérotés de un (1) à cent-soixante et onze (171). Chaque numéro correspondait à un élève puisque nous devions, pour les besoins de l'expérimentation, déterminer la provenance de chaque questionnaire afin de déterminer si le questionnaire avait été complété par une fille ou un garçon de 416 ou de 436 et ceci pour les deux (2) sortes de questionnaires.

Chaque enseignant a donc distribué le questionnaire numéroté qui correspondait à l'élève déterminé. Nous avons, au préalable, donné des consignes claires aux enseignants. Ils devaient:

- 1° - Expliquer aux élèves le pourquoi de ces questionnaires c'est-à-dire pour fournir des réponses à une question de recherche en maîtrise de l'éducation.
- 2° - Expliquer que ceci était anonyme, malgré le fait du numéro, mais qu'ils devaient le compléter avec le plus de sérieux possible.
- 3° - Expliquer que chaque répondant devait répondre aux onze (11) questions des deux (2) questionnaires même s'il pensait que sa réponse était complètement fausse puisque nous voulions déterminer comment il s'explique certains phénomènes électromagnétiques avant d'avoir obtenu l'enseignement de ces phénomènes.

- 4° - Distribuer les questionnaires à réponses ouvertes en premier pour ne pas donner de piste de réponse par le questionnaire à échelle d'attitude.
- 5° - Demander aux élèves de redonner le questionnaire à réponses ouvertes avant d'obtenir le questionnaire à échelle d'attitude où ils doivent mettre un X au-dessus de la réponse qu'ils choisissent selon leur opinion c'est-à-dire " Es-tu en accord total, en accord, neutre, en désaccord ou en désaccord total avec l'énoncé que tu viens de lire?"
- 6° - Demander aux élèves de faire ce travail de façon individuelle puisque c'est ce qu'il ou qu'elle pense qui nous intéresse.

Le tout s'est déroulé comme nous l'avions demandé et les questionnaires nous ont été remis dûment complétés.

Ces deux questionnaires vont nous permettre de cerner les différents types de conceptions des élèves. La comparaison des résultats des élèves de 416 et de 436 nous orientera probablement sur les conceptions des élèves en difficultés par rapport aux élèves qui réussissent en sciences.

Notre recherche comporte une analyse quantitative des résultats puisque nous travaillons sur les types de conceptions des élèves. Ainsi, après avoir compilé les données, nous vérifierons à l'aide de tests statistiques les différents types de conceptions des apprenants de quatrième secondaire concernant l'électromagnétisme.

2.4 Limitation de la recherche

Cette recherche est limitée par plusieurs facteurs. Nous avons choisi de limiter notre échantillon aux groupes de quatrième secondaire 416 et 436 puisque c'est dans ce programme d'étude que les élèves approfondissent les notions de sciences physiques. Orienter notre recherche vers le module 2 du programme d'études intitulé *Les phénomènes électriques* aurait été intéressant, mais trop imposant, c'est pourquoi nous avons axé le travail sur un point précis c'est-à-dire l'électromagnétisme.

Des facteurs tels que l'incertitude de la matière enseignée chaque année, le niveau d'enseignement ainsi que le fait que la recherche devait être structurée dans une année scolaire nous ont aussi amenés à limiter notre travail.

Nous pensons que ce travail pourra être un outil important pour les enseignants de sciences physiques de la Cité étudiante Polyno et d'ailleurs. En déterminant les conceptions des élèves par rapport à l'électromagnétisme, les enseignants pourront se servir de ces informations pour créer un déséquilibre chez l'élève afin que ce dernier puisse reformuler ses propres conceptions pour qu'elles deviennent plus conformes aux explications scientifiques.

Nous espérons qu'une recherche ultérieure pourra vérifier si les conceptions se modifient une fois les notions d'électromagnétisme enseignées.

2.5 Traitement statistique

À l'aide du logiciel SPSS 7 pour Windows (Statistical Package For Social Sciences) nous avons fait, dans un premier temps, une étude du point de vue descriptif afin de déterminer si les élèves étaient capables de démontrer qu'ils reconnaissent un énoncé de type scientifique par rapport à n'importe quel type de conception, de la classification que nous avons utilisée, en exprimant leur accord ou leur désaccord avec l'énoncé.

Dans un deuxième temps, après avoir classifié les réponses des répondants en classe **expérience première, obstacle verbal, substantialiste, connaissance générale, connaissance scientifique** et en réponse qu'on ne peut classer ou en non réponse, nous avons fait un test d'hypothèse pour déterminer s'il y avait une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'une part, et s'il y avait une différence significative dans la façon de répondre des élèves de 416 et des élèves de 436 d'autre part.

De plus, suite à nos résultats et en raison d'un trop petit nombre de sujets dans certaines catégories, des regroupements ont été faits pour respecter les conditions de mise en oeuvre des procédures choisies. Nous avons fait deux catégories, soit une première qui comprenait **les conceptions de types expérience première, obstacle verbal, substantialiste ainsi que les réponses qui ne se classaient pas et les questions n'ayant pas de réponse** ainsi qu'une deuxième qui comprenait les conceptions de **types connaissance générale et connaissance scientifique**. Nous

n'avons pas fait les mêmes regroupements que Thouin (1987) puisque, pour nous, la conception de type connaissance générale était plus près de la réalité que la conception de type obstacle verbal puisque cette dernière n'utilisait qu'une terminologie qui n'expliquait généralement pas la réalité. Pour sa part, la conception de type connaissance générale expliquait au moins une partie de vérité pour démontrer un phénomène déterminé.

Enfin, nous avons déterminé s'il y avait un lien ou non entre le niveau et / ou le sexe des répondants avec le test du khi carré (χ^2) et du V de Cramer . Le χ^2 mesurant la différence entre une distribution observée et une distribution théorique. C'est ainsi que nous voulions, par ce test statistique, démontrer s'il y avait une différence significative dans la façon de répondre au niveau des sexes et / ou des niveaux d'enseignement. De plus, le V de Cramer est appelé le coefficient de contingence. Il permet de mesurer l'association entre 2 variables qualitatives. Ainsi, il prendra la valeur de zéro (0) s'il n'y a aucune association et de un (1) s'il y a une association parfaite entre les deux (2) variables qualitatives. Cet indice nous paraissait intéressant puisque nous voulions vérifier l'existence d'un lien entre les deux (2) variables niveau et sexe des répondants.

Les résultats des différentes analyses statistiques reliées à la question de recherche seront explicités dans le prochain chapitre.

CHAPITRE III

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Dans cette partie du travail, nous présenterons les résultats que nous avons obtenus en effectuant différents tests statistiques.

Dans un premier temps, nous exposerons l'opinion des répondants au sujet des énoncés concernant les ondes et l'électromagnétisme sur le plan descriptif. Par la suite, une analyse statistique nous démontrera s'il existe des différences dans la façon de répondre des filles et des garçons et / ou selon le niveau 416 ou 436.

3.1 La statistique descriptive

Rappelons que pour les besoins de notre étude, les énoncés que nous avons soumis aux répondants, dans notre deuxième questionnaire (annexe I, appendice D), sont classifiés selon la nomenclature de Bachelard. C'est ainsi que nous avons 5 types d'énoncés tels que **expérience première, obstacle verbal, substantialiste, connaissance générale et connaissance scientifique**. Chaque énoncé est classifié selon une catégorie. De plus, nous avons formé deux (2) grandes catégories de questions, c'est-à-dire les questions concernant les ondes ainsi que celles concernant l'électricité et le magnétisme.

Cette section de statistique descriptive se divise en deux (2) parties:

3.1.1 L'opinion des répondants face aux énoncés sur les ondes

3.1.2 L'opinion des répondants face aux énoncés sur l'électricité et le magnétisme

3.1.1 L'opinion des répondants face aux énoncés sur les ondes

Notre questionnaire à échelle d'attitude comporte onze (11) énoncés. Parmi ceux-ci, cinq (5) sont des énoncés portant sur les ondes. Cette première partie d'analyse s'intéresse à ces énoncés que nous retrouvons dans notre questionnaire, soit les questions 1, 3, 4, 8, et 11.

Le tableau 3.1 présente les résultats à partir de l'échelle de Likert, c'est-à-dire des réponses allant de "accord total (1)" à "désaccord total (5)". De plus, la catégorie (9) représente les résultats des élèves qui n'ont pas donné de réponse". L'opinion des répondants est donnée en pourcentage (%).

Tableau 3.1
Opinion des répondants concernant les énoncés portant sur les ondes

Énoncés	Classification selon Bachelard	%	Likert
1- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies.	Conn. scientifique	51	1
		34	2
		6	3
		4	4
		3	5
		2	9
3-Un appareil de télévision produit une image à l'aide d'un jet de charges électriques dirigé par des ondes	Conn. scientifique	9	1
		36	2
		39	3
		11	4
		4	5
		1	9
4-Les sons peuvent se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio parce que l'air transmet les ondes sonores.	Substantialiste	26	1
		24	2
		10	3
		14	4
		24	5
		2	9
8-Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies.	Conn. scientifique	40	1
		41	2
		7	3
		4	4
		3	5
		4	9
11- Les rayons X permettent aux médecins de voir à l'intérieur du corps parce que ces rayons permettent de prendre des photos en noir et blanc.	Expérience première	2	1
		8	2
		21	3
		24	4
		40	5
		4	9
(1) Accord total	(4) Désaccord		
(2) Accord	(5) Désaccord total		
(3) Neutre	(9) Pas de réponse		

Comme le lecteur a pu le constater dans le tableau, nous avons réécrit l'énoncé pour des raisons de clarté. Il est à noter que nous n'avons pas répété l'énoncé dans nos commentaires après les tableaux puisque le texte devient trop lourd. Nous utilisons le numéro de l'énoncé. Le lecteur peut consulter l'annexe I, appendice D, au besoin.

La lecture de ce tableau nous démontre que les répondants sont d'accord dans une proportion de 85% avec l'énoncé numéro 1. En effet, 51% estiment qu'ils sont en "accord total" et 34% estiment qu'ils sont "d'accord". Il est important de noter que l'énoncé numéro 1 est écrit sous une **forme scientifique**.

Le pourcentage est sensiblement le même, soit 81% (40% accord total et 41% accord), pour l'énoncé #8. Cet énoncé est aussi écrit sous une **forme scientifique**.

En ce qui concerne les opinions relatives à l'énoncé # 3, elles sont plutôt partagées malgré le fait que l'énoncé soit de **type scientifique**. Les élèves répondent dans une proportion de 45% (9% accord total et 36% accord) qu'ils sont d'accord. Il est à noter que 39% des répondants ont une opinion neutre et que la proportion de désaccord ou de désaccord total est de 15% .

L'opinion des élèves pour un énoncé de **type substantialiste** comme le numéro 4 est aussi partagée. En effet, une proportion de 50% des répondants est en accord total (26%) ou en accord (24%) tandis que 10% ont une opinion neutre et que 38% se disent en désaccord (14%) ou en désaccord total (24%). Nous remarquons que 2% des répondants n'ont pas d'opinion sur le sujet.

Pour ce qui est de l'énoncé # 11, la proportion des élèves qui sont d'accord n'est que de 10% (2% accord total et 8% accord), 21% présentent une opinion neutre, tandis que la proportion s'élève à 64% pour ceux qui sont en désaccord (24% désaccord et 40% désaccord total). La proportion des répondants qui n'ont pas d'opinion est de 4%. Cet énoncé se classifie dans la catégorie **expérience première** selon la classification de Bachelard.

3.1.2 L'opinion des répondants face aux énoncés sur l'électricité et le magnétisme

Notre questionnaire à échelle d'attitude comporte 6 énoncés axés sur l'électromagnétisme soit les numéros 2, 5, 6, 7, 9 et 10. Nous allons analyser ces énoncés dans cette deuxième partie.

Le tableau 3.2 présente les résultats à partir de l'échelle de Likert, c'est-à-dire des réponses allant de "accord total (1)" à "désaccord total (5)". De plus, la catégorie (9) représente les résultats des élèves qui n'ont pas donné de réponse". L'opinion des répondants est donnée en pourcentage (%).

Tableau 3.2
Opinion des répondants concernant les énoncés portant sur l'électricité et le magnétisme

Énoncés	Classification selon Bachelard	%	Likert
2- Une ampoule éclaire parce que c'est comme un soleil miniature	Expérience première	---	1
		---	2
		7	3
		13	4
		74	5
		---	9
5- Une calculatrice peut effectuer des opérations mathématiques parce qu'elle contient des circuits qui codent les nombres en impulsions électriques	Conn. scientifique	29	1
		42	2
		21	3
		5	4
		---	5
		---	9
6- Le téléphone peut transmettre les voix parce que le son passe par les fils du téléphone.	Expérience première	15	1
		25	2
		23	3
		18	4
		17	5
		2	9
7-Un ballon de baudruche frotté contre un chandail de laine colle à un mur parce que la laine produit une force d'attraction entre le mur et le ballon	Connaissance générale	15	1
		24	2
		6	3
		17	4
		23	5
		4	9

Tableau 3.2 suite
Opinion des répondants concernant les énoncés portant sur l'électricité et le magnétisme

Énoncés	Classification selon Bachelard	%	Likert
9- Un barrage sur une rivière peut servir à produire de l'électricité parce que le courant fait tourner des turbines qui produisent du courant électrique.	Conn. scientifique	70	1
		19	2
		4	3
		---	4
		2	5
		5	9
10- On place une boussole près d'un fil qui conduit de l'électricité. L'aiguille est déviée vers le fil parce que la boussole contient un liquide ou un gaz qui devient magnétique près d'un courant électrique	Substantialiste	11	1
		16	2
		20	3
		15	4
		34	5
		4	9
(1) Accord total	(4) Désaccord		
(2) Accord	(5) Désaccord total		
(3) Neutre	(9) Pas de réponse		

Comme pour la première partie, nous ne répétons pas l'énoncé afin d'alléger la lecture du texte. Le lecteur peut consulter l'annexe 1, appendice D, au besoin.

La lecture du tableau nous démontre que pour l'énoncé #2, les répondants sont en désaccord dans une proportion de 87% soit 13% en désaccord et 74% en désaccord total. D'après la classification de Bachelard, l'énoncé est de type **expérience première**.

En ce qui concerne l'énoncé #5, les répondants sont d'accord dans une proportion de 71% (29% accord total et 42% accord). Il y a 21% des répondants qui ont une opinion neutre sur le sujet, il s'agit d'un pourcentage élevé d'indécis. Cet énoncé est de type **connaissance scientifique**.

L'opinion des élèves, en ce qui concerne l'énoncé # 6, de type **expérience première**, est plutôt partagée. En effet, une proportion de 40% (15% accord et 25% accord total) sont d'accord avec l'énoncé tandis que 35% (18% désaccord et 17% désaccord total) sont en désaccord. Il y a 23 % des élèves qui ont une opinion neutre sur le sujet. Encore une fois le pourcentage d'indécis est élevé.

Comme nous pouvons le constater, un énoncé de type **connaissance générale** comme l'énoncé #7, entraîne des opinions divergentes. En effet, 39% des répondants sont en accord avec l'énoncé (15% accord et 24% accord total) tandis que 40% sont en désaccord (17% désaccord et 23% désaccord total). Les répondants ont une opinion neutre dans 16% des cas.

L'énoncé #9 est de **type scientifique**. Le pourcentage des élèves qui sont en accord avec l'énoncé est très élevé. En effet, 89% des répondants sont en accord (70% accord total et 19% accord) avec cet énoncé. Il est intéressant de noter que 5% des répondants n'ont pas répondu à cet énoncé et que 4% n'ont pas d'opinion sur le sujet.

L'énoncé # 10, de **type substantialiste**, donne des réponses partagées. En effet, 27% des répondants sont en accord (11% accord total et 16% accord) contre 49% qui sont en désaccord (15% désaccord et 34% désaccord total). De plus, il y a beaucoup d'indécis puisque 20% des répondants n'ont pas d'opinion sur le sujet.

3.2 Les tests statistiques

Cette deuxième partie des résultats présente les différences existant entre deux caractéristiques, soit le sexe et le niveau scolaire, c'est-à-dire 416 ou 436, en ce qui a trait aux questions concernant l'électromagnétisme.

À cet effet, nous avons réalisé un test statistique de khi carré (χ^2) afin de démontrer s'il y a une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons dans un même niveau d'une part, et entre les filles ou les garçons d'un niveau différent d'autre part. De plus, pour vérifier la force de l'association, un test de V de Cramer sera utilisé.

Pour les besoins de notre étude, nous avons fait les tests statistiques sur notre échantillon en utilisant la classification allant de **expérience première à connaissance scientifique et "pas de réponse"**. Cette façon de faire notre analyse n'a pas donné les résultats probants étant donné que notre échantillon de départ n'était que de 163 répondants. Les différences dans la façon de répondre étaient presque inexistantes puisque nous n'avons pas, la plupart du temps, assez de réponses dans chacune des 6 classes pour avoir des résultats intéressants. Nous ne vous présentons pas ces résultats afin de ne pas alourdir le texte.

Suite à ces résultats non concluants à cause de la petitesse de notre échantillon, il nous fallait trouver le moyen d'augmenter nos cellules d'analyse. Pour ce faire, nous avons regroupé les réponses des élèves en deux catégories différentes. La première regroupe les réponses de type **expérience première, obstacle verbal, substantialiste et pas de réponse** c'est-à-dire les conceptions qui sont moins évoluées du point de vue scientifique. La deuxième classe regroupe les réponses de **type connaissance générale et connaissance scientifique** donc les réponses qui nous intéressent, pour les besoins de notre étude, parce que ce sont elles qui donnent à l'élève une bonne connaissance des sujets scientifiques. Nous n'avons pas utilisé les mêmes regroupements que Thouin (1987) puisque pour nous, les réponses **connaissance générale** sont plus près de la réalité que celles de type **obstacle verbal**. Suite à ce regroupement, nous avons pu obtenir des résultats sans que les cellules d'analyse soient trop petites du point de vue statistique. Nous avons fait ce remaniement pour les onze (11) questions de notre questionnaire que nous scindons toujours en 2 parties soit les ondes (5 questions) et l'électricité et le magnétisme (6 questions). Nous obtenons donc des tableaux à degré de liberté égal à 1 ce qui nous permet de dire qu'il y a une différence lorsque le χ^2 est supérieur à 5,024 pour le niveau de signification $\alpha = 2,5\%$.

De plus, nous avons réalisé une analyse en utilisant les 6 catégories de conceptions, mais en ne faisant qu'une seule catégorie avec les 5 questions sur les ondes de même qu'une catégorie avec les questions sur l'électricité et le magnétisme. Ainsi, nous pourrions déterminer s'il y a une différence dans la façon de répondre aux questions sur les ondes et aux questions sur l'électricité et le magnétisme toujours en utilisant notre comparaison entre les sexes et les niveaux. Pour qu'il y ait une différence, il faut que le χ^2 soit supérieur à 12,883 parce que les tableaux ont un degré de liberté de 5 pour le niveau de signification $\alpha = 2,5\%$.

Pour terminer, nous avons utilisé les 6 catégories de conceptions, mais nous avons croisé les onze (11) questions ensemble pour ne faire qu'une seule question afin de vérifier s'il existe une différence significative dans la façon de répondre des élèves lorsque nous étudions les questions qui portent sur le thème de l'électromagnétisme. Pour trouver une différence dans la façon de répondre entre les sexes et les niveaux, il faut que le χ^2 soit supérieur à 12,883 puisque le degré de liberté est de 5 pour le niveau de signification $\alpha = 2,5\%$.

L'ordre de présentation des résultats est le suivant:

- 3.2.1 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur les ondes.
- 3.2.2 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur l'électricité et le magnétisme.
- 3.2.3 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant les ondes sont regroupées comme une seule question.
- 3.2.4 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant l'électricité et le magnétisme sont regroupées comme une seule question.
- 3.2.5 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions (ondes, électricité et magnétisme) sont regroupées comme une seule question.

3.2.1 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur les ondes.

Pour chaque énoncé, nous avons émis 2 hypothèses nulles qui se lisent comme suit:

H_{0A} : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

H_{0B} : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe pour des niveaux différents.

Ces deux hypothèses nulles se traduisent mathématiquement par

$$H_{0A} : \mu f = \mu g$$

$$H_{0B} : \mu 416 = \mu 436$$

Si les hypothèses ne sont pas rejetées, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha = 2,5\%$) pour un degré de liberté de 1, c'est - à- dire χ^2 inférieur à 5,024.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 1, nous acceptons les hypothèses alternatives suivantes:

H_{1A} : Il a une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

H_{1B} : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe pour des niveaux différents.

Ces deux hypothèses alternatives se traduisent mathématiquement par:

$$H_{1A}: \mu f \neq \mu g$$

$$H_{1B}: \mu_{416} \neq \mu_{436}$$

Si les hypothèses ne sont pas rejetées, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha = 2,5\%$) pour un degré de liberté de 1, c'est - à- dire χ^2 supérieur à 5,024.

Le tableau 3.3 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 1. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.4 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.3

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 1 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 1					
niveau	sexe	% des garçons		% des filles	% Total
% élèves 416		46,4	*	10,5	25,8 *
% élèves 436		64,0	*	40,4 *	52,6
% Total		57,7	*	27,1	41,7

Note : Nous tenons ici à rappeler au lecteur que les totaux ne sont pas égaux à 100% puisque nous n'avons ici que les réponses de type **connaissance générale et connaissance scientifique** qui ont été placées dans une deuxième catégorie par rapport à une première qui est celle des réponses de type **expérience première, obstacle verbal, substantialiste et pas de réponse**. Nous avons préféré faire des tableaux seulement avec les réponses de type connaissance générale et scientifique afin de pouvoir insérer dans nos tableaux les pourcentages pour les filles, pour les garçons ainsi que pour le niveau 416 et le niveau 436. Ainsi, le lecteur ne sera pas surpris de constater que les totaux ne sont pas équivalents à 100 %. Cette note est valable pour tous les tableaux de ce genre dans ce troisième chapitre. Le lecteur qui désire lire les questions n'a qu'à consulter le questionnaire en annexe 1, appendice D.

Tableau 3.4
 Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations
 entre les variables présentées au tableau 3.3

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G-F	10,866	0,406	oui
436 G-F	5,4	0,236	oui
Total	15,699	0,310	oui
Selon le niveau: G. 416-436	2,270	0,171	non
F. 416-436	9,517	0,335	oui
Total	11,619	0,267	oui

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.3 et 3.4 nous démontrent que l'hypothèse alternative $H_{1A} : \mu f \neq \mu g$ n'est pas rejetée dans les deux cas. En effet, si l'on compare les filles et les garçons de 416 on obtient un χ^2 de 10,866 et un V de Cramer qui confirme l'association de force moyenne 0,406. Cette différence se retrouve aussi chez les filles et les garçons de 436, mais cette fois-ci elle est moins grande puisque le χ^2 est de 5,4 et le V de Cramer de 0,236.

Par contre, l'hypothèse nulle $H_{0B} : \mu_{416} = \mu_{436}$ n'est pas rejetée en ce qui concerne les garçons de différents niveaux puisque le χ^2 est de 2,270. Ce n'est pas le cas des filles de 416 et de 436 puisque les réponses de celles-ci nous confirment l'hypothèse alternative soit $H_{1B} : \mu_{416} \neq \mu_{436}$ avec un χ^2 de 9,517 et un V de Cramer de 0,335.

Fait intéressant, les deux hypothèses alternatives soit $H_{1A} : \mu f \neq \mu g$ et $H_{1B} : \mu_{416} \neq \mu_{436}$ ne sont pas rejetées pour les totaux c'est-à-dire qu'il existe une différence dans la façon de répondre des filles et des garçons ainsi que pour les niveaux 416 et 436 lorsque tous les répondants sont impliqués.

Le tableau 3.5 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale** et **connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 3. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.6 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.5

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 3 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 3				
	sexe	% des garçons	% des filles	%Total
niveau				
% élèves 416		21,4	42,1	33,3
% élèves 436		44,0	42,6	43,3
Total		35,9	42,4	39,3

Tableau 3.6

Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.5

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G-F	3,102	0,217	non
436 G-F	0,021	0,015	non
Total	0,711	0,066	non
Selon le niveau: G. 416-436	3,974	0,226	non
F. 416-436	0,002	0,005	non
Total	1,636	0,100	non

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.5 et 3.6 nous indiquent qu'à la question 3, les deux hypothèses nulles $H_{0A}: \mu f = \mu g$ et $H_{0B}: \mu 416 = \mu 436$ ne sont pas rejetées. En effet, il n'y a aucune différence dans la façon de répondre des élèves qu'ils soient des filles ou des garçons, des élèves de niveau 416 ou de niveau 436.

Le tableau 3.7 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 4. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.8 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.7

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 4 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 4				
niveau	sexe	% des garçons	% des filles	% Total
% élèves 416	*	67,9	* 55,3	* 60,6
% élèves 436		90,0	85,1	87,6
% Total		82,1	71,8	76,7

Tableau 3.8

Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.7

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence	
Selon le sexe: 416 G-F	1,071	0,127	non	
	436 G-F	0,535	0,074	non
	Total	2,407	0,122	non
Selon le niveau: G. 416-436	5,976	0,277	oui	
	F. 416-436	9,235	0,330	oui
	Total	16,042	0,314	oui

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.7 et 3.8 nous démontrent qu'à la question 4, l'hypothèse nulle $H_{0A} : \mu f = \mu g$ n'est pas rejetée. Par contre, l'hypothèse alternative $H_{1B} : \mu_{416} \neq \mu_{436}$ n'est pas rejetée pour le niveau d'enseignement, et ce, autant pour les garçons de 416 et de 436 que pour les filles de 416 et de 436, de même que pour le total. Il y a donc une différence dans la façon de répondre entre les élèves de 416 et de 436 lorsqu'on pose la question 4.

Le tableau 3.9 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale** et **connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 8. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.10 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.9

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 8 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 8					
niveau	sexe	% des garçons		% des filles	% Total
% élèves 416		57,1	*	21,1	36,4 *
% élèves 436		74,0	*	46,8	60,8
% Total		67,9	*	35,3	50,9

Tableau 3.10

Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.9

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G-F	9,074	0,371	oui
436 G-F	7,517	0,278	oui
Total	17,355	0,326	oui
Selon le niveau: G. 416-436	2,342	0,173	non
F. 416-436	6,103	0,268	oui
Total	9,403	0,240	oui

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Lorsque nous posons la question 8, nous obtenons des différences dans la façon de répondre selon le sexe et le niveau pour les filles. En effet, les tableaux 3.9 et 3.10 nous montrent que l'hypothèse alternative $H_{1A} : \mu_f \neq \mu_g$ n'est pas rejetée autant pour le niveau 416, 436 et pour le total, ce qui indique qu'il y a une différence significative pour le sexe aux deux niveaux. Pour ce qui est de l'hypothèse alternative $H_{1B} : \mu_{416} \neq \mu_{436}$, elle n'est pas rejetée seulement pour les filles et pour le total.

Le tableau 3.11 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 11. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.12 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.11

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 11 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 11				
niveau	sexe	% des garçons	% des filles	% Total
% élèves 416		28,6	7,9	16,7 *
% élèves 436		44,0	23,4	34,0
% Total		38,5	* 16,5	27,0

Tableau 3.12
 Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations
 entre les variables présentées au tableau 3.11

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G-F	4,962	0,274	non
436 G-F	4,578	0,217	non
Total	9,981	0,247	oui
Selon le niveau: G. 416-436	1,805	0,152	non
F. 416-436	3,674	0,208	non
Total	6,002	0,192	oui

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.11 et 3.12 nous démontrent que les hypothèses nulles $H_{0A} : \mu f = \mu g$ et $H_{0B} : \mu 416 = \mu 436$ ne sont pas rejetées si on examine le regroupement 416 G-F, 436 G-F ainsi que G 416-436 et F 416-436. Fait intéressant, ce sont les hypothèses alternatives $H_{1A} : \mu f \neq \mu g$ et $H_{1B} : \mu 416 \neq \mu 436$ qui ne sont pas rejetées lorsque nous analysons les totaux. Ceci vient probablement du fait que, si nous prenons nos échantillons séparés, ils sont trop petits pour qu'il y ait une différence significative, mais lorsque nous les regroupons le nombre de répondants est suffisant pour qu'une différence existe.

3.2.2 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur l'électricité et le magnétisme.

Dans cette section, nous utilisons la même démarche que celle employée à la section 3.2.1; c'est-à-dire que nous vérifions s'il existe une différence dans la façon de répondre entre les sexes et entre les niveaux avec des hypothèses nulles et des hypothèses alternatives par rapport aux questions sur l'électricité et le magnétisme.

Pour chaque énoncé, nous avons émis 2 hypothèses nulles qui se lisent comme suit:

H_{0A} : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

H_{0B} : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe et de niveaux différents.

Ces deux hypothèses nulles se traduisent mathématiquement par :

$$H_{0A} : \mu f = \mu g$$

$$H_{0B} : \mu_{416} = \mu_{436}$$

Si les hypothèses ne sont pas rejetées, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 1, c'est - à- dire χ^2 inférieur à 5,024.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 1, nous acceptons les hypothèses alternatives suivantes:

H_{1A} : Il a une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

H_{1B} : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe et de niveaux différents.

Ces deux hypothèses alternatives se traduisent mathématiquement par:

$$H_{1A} : \mu f \neq \mu g$$

$$H_{1B} : \mu_{416} \neq \mu_{436}$$

Si les hypothèses ne sont pas rejetées, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$ pour un degré de liberté de 1, c'est - à- dire χ^2 supérieur à 5,024.

Le tableau 3.13 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 2. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.14 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.13

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 2 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 2				
	sexe	% des garçons	% des filles	%Total
niveau				
% élèves 416		53,6	60,5	57,6
% élèves 436		64,0	72,3	68,0
%Total		60,3	67,1	63,8

Tableau 3.14

Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.13

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G -F	0,319	0,070	non
436 G-F	0,775	0,089	non
Total	0,815	0,071	non
Selon le niveau: G. 416-436	0,815	0,102	non
F. 416-436	1,328	0,125	non
Total	1,863	0,107	non

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.13 et 3.14 nous démontrent que ce sont les deux hypothèses nulles $H_{0A} : \mu_f = \mu_g$ et $H_{0B} : \mu_{416} = \mu_{436}$ qui ne sont pas rejetées pour cette question. Il n'existe donc pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves.

Le tableau 3.15 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 5. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.16 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.15

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 5 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 5				
	sexe	% des garçons	% des filles	%Total
niveau				
% élèves 416		39,3	42,1	40,9
% élèves 436		42,0	40,4	41,2
% Total		41,0	41,2	41,1

Tableau 3.16

Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.15

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G -F	0,053	0,028	non
436 G-F	0,025	0,016	non
Total	0,000	0,002	non
Selon le niveau: G. 416-436	0,055	0,026	non
F. 416-436	0,024	0,017	non
Total	0,002	0,003	non

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.15 et 3.16 nous montrent que les hypothèses nulles $H_{0A} : \mu f = \mu g$ et $H_{0B} : \mu 416 = \mu 436$ ne sont pas rejetées. Il n'existe donc pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves.

Le tableau 3.17 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 6. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.18 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.17

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 6 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 6				
niveau	sexe	% des garçons	% des filles	% Total
% élèves 416	*	3,6	10,5	7,6 *
% élèves 436		30,0	17,0	23,7
Total		20,5	14,1	17,2

Tableau 3.18

Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.17

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G-F	1,114	0,130	non
436 G-F	2,256	0,153	non
Total	1,169	0,085	non
Selon le niveau: G. 416-436	7,689	0,314	oui
F. 416-436	0,731	0,093	non
Total	7,188	0,210	oui

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.17 et 3.18 nous indiquent que l'hypothèse nulle $H_{0A} : \mu_f = \mu_g$ n'est pas rejetée. En effet, il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons de 416 et entre les filles et les garçons de 436.

L'hypothèse nulle $H_{0B} : \mu_{416} = \mu_{436}$ n'est pas rejetée mais seulement pour les filles. Il n'y a donc pas de différence significative dans la façon de répondre des filles de 416 et de 436 pour cette question. Par contre, l'hypothèse alternative $H_{1B} : \mu_{416} \neq \mu_{436}$ n'est pas rejetée pour les garçons entre les niveaux 416 et 436 ainsi que le total entre les 416 et les 436. Ceci s'explique par le fait que les échantillons séparés sont trop petits, mais que lorsque nous faisons le total, il y a assez de répondants pour déceler une différence.

Le tableau 3.19 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 7. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.20 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.19

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 7 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 7				
	sexe	% des garçons	% des filles	%Total
niveau				
% élèves 416	*	64,3	68,4	66,7 *
% élèves 436		90,0	85,1	87,6
% Total		80,8	77,6	79,1

Tableau 3.20
 Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations
 entre les variables présentées au tableau 3.19

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G-F	0,124	0,043	non
436 G-F	0,0535	0,074	non
Total	0,240	0,038	non
Selon le niveau: G. 416-436	7,641	0,313	oui
F. 416-436	3,370	0,199	non
Total	10,455	0,253	oui

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.19 et 3.20 nous démontrent qu'il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau lorsque nous posons la question 7. En effet, l'hypothèse nulle $H_{0A} : \mu_f = \mu_g$ n'est pas rejetée. L'hypothèse nulle $H_{0B} : \mu_{416} = \mu_{436}$ n'est pas rejetée lorsque nous comparons les filles de niveaux différents. Par contre, c'est l'hypothèse alternative $H_{1B} : \mu_{416} \neq \mu_{436}$ qui n'est pas rejetée pour les garçons ainsi que pour le total des élèves 416-436. Ceci s'explique par le fait que les échantillons pris séparément sont trop petits pour découvrir une différence, mais lorsque nous faisons le total, l'échantillon est significatif.

Le tableau 3.21 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 9. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.22 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.21
 Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 9 par une réponse de type
 connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 9				
niveau	sexe	% des garçons	% des filles	% Total
% élèves 416		71,4 *	42,1	54,5 *
% élèves 436		88,0 *	57,4	73,2
% Total		82,1 *	50,6	65,6

Tableau 3.22
 Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations
 entre les variables présentées au tableau 3.21

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G -F	5,591	0,291	oui
436 G-F	11,527	0,345	oui
Total	17,854	0,331	oui
Selon le niveau: G. 416-436	3,347	0,207	non
F. 416-436	1,978	0,153	non
Total	6,058	0,193	oui

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.21 et 3.22 nous indiquent qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre des garçons et des filles de 416 ainsi que des garçons et des filles de 436. L'hypothèse alternative $H_{1A} : \mu_f \neq \mu_g$ n'est pas rejetée. Par contre, c'est l'hypothèse nulle $H_{0B} : \mu_{416} = \mu_{436}$ qui n'est pas rejetée pour la comparaison des deux niveaux. Chose intéressante, l'hypothèse alternative n'est pas rejetée en ce qui concerne le total des niveaux. Ceci s'explique par la petitesse de nos échantillons qui, lorsqu'ils sont séparés ne donnent pas de résultats significatifs, mais lorsqu'ils sont ensemble, c'est-à-dire que nous faisons le total, les résultats sont significatifs.

Le tableau 3.23 indique les pourcentages des réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique** selon le sexe et le niveau pour la question 10. Chaque étoile indique qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre et ceci est confirmé par le tableau 3.24 qui nous donne les χ^2 et les V de Cramer pour chaque association.

Tableau 3.23

Pourcentage des élèves qui ont répondu à la question 10 par une réponse de type connaissance générale ou connaissance scientifique selon le sexe et le niveau

Question 10				
	sexe	% des garçons	% des filles	%Total
niveau				
% élèves 416		28,6	15,8	21,2
% élèves 436		46,0	27,7	37,1
% Total		39,7	* 22,4	30,7

Tableau 3.24

Mesure de l'association (χ^2) et des forces (V de Cramer) des relations entre les variables présentées au tableau 3.23

Comparaison	χ^2	V de Cramer (force de l'association)	Différence
Selon le sexe: 416 G-F	1,576	0,155	non
436 G-F	3,492	0,190	non
Total	5,785	0,188	oui
Selon le niveau: G. 416-436	2,277	0,171	non
F. 416-436	1,706	0,142	non
Total	4,670	0,169	non

** $\chi^2 > 5,024$ = différence significative et $\alpha = 2,5\%$ = niveau de signification

Les tableaux 3.23 et 3.24 nous démontrent que les hypothèses nulles $H_{0A} : \mu f = \mu g$ et $H_{0B} : \mu 416 = \mu 436$ ne sont pas rejetées partout sauf pour le total de la comparaison entre les sexes. À cet endroit, c'est l'hypothèse alternative $H_{1B} : \mu f \neq \mu g$ qui n'est pas rejetée, encore une fois, et ceci s'explique par la petitesse des échantillons.

3.2.3 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant les ondes sont regroupées comme une seule question.

Nous avons voulu pousser un peu plus loin notre analyse en regroupant les cinq (5) questions qui concernent les ondes comme une seule question. Par contre, nous avons conservé la classification de nos réponses comme étant 6 types de réponses c'est-à-dire 1- l'expérience première, 2- l'obstacle verbal, 3- le substantialiste, 4- la connaissance générale, 5- la connaissance scientifique et 6- pas de réponse. Ici, pour qu'il existe une différence significative, nous travaillons avec un χ^2 à 97,5% ($\alpha=2,5\%$), avec un degré de liberté de 5 et une valeur de 12,833.

Pour cette partie du travail, nous avons émis l'hypothèse nulle suivante:

H_0 : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe de niveaux différents.

Cette hypothèse nulle se traduit mathématiquement par :

$$H_{0B} : \mu 416 = \mu 436$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est - à- dire χ^2 inférieur à 12,833.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 5, nous acceptons l'hypothèse alternative suivante:

H_1 : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe de niveaux différents.

Cette hypothèse alternative se traduit mathématiquement par:

$$H_{1B} : \mu 416 \neq \mu 436$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est - à- dire χ^2 supérieur à 12,883.

Le tableau 3.25 indique le pourcentage de réponses pour chaque type de conception selon le niveau pour les questions concernant les ondes.

Tableau 3.25
Type de conception concernant les questions sur les ondes selon le niveau en pourcentage

Niveau	1	2	3	4	5	6	total
% élèves 416	11,8	28,2	2,4	31,2	3,3	23,0	100
% élèves 436	6,6	21,4	3,1	50,1	5,6	13,2	100
total	8,7	24,1	2,8	42,5	4,7	17,2	100

$$* \chi^2 = 39,808$$

$$** V \text{ de Cramer} = 0,221$$

$$\alpha = 2,5\%$$

1- Expérience première

2- Obstacle verbal

3- Substantialiste

4- Connaissance générale

5- Connaissance scientifique

6- Pas de réponse

L'hypothèse alternative n'est pas rejetée. Nous pouvons donc dire qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre des élèves de 416 et de 436 au sujet des questions concernant les ondes, mais l'association entre les deux variables est faible comme l'indique le V de Cramer. Il est à noter que les élèves répondent le plus souvent par une réponse de type connaissance générale.

Nous pouvons aussi reprendre notre procédure pour les questions sur les ondes, mais en regardant s'il y a une différence significative dans la façon de répondre entre les sexes.

Nous avons émis l'hypothèse nulle suivante:

H_0 : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

Cette hypothèse nulle se traduit mathématiquement par :

$$H_0: \mu_f = \mu_g$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est-à-dire χ^2 inférieur à 12,833.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 5, nous acceptons l'hypothèse alternative suivante:

H_1 : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

Cette hypothèse alternative se traduit mathématiquement par:

$$H_1: \mu_f \neq \mu_g$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est - à- dire χ^2 supérieur à 12,883.

Le tableau 3.26 indique le pourcentage de réponses pour chaque type de conception selon le sexe pour les questions concernant les ondes.

Tableau 3.26

Type de conception concernant les questions sur les ondes selon le sexe en pourcentage

Niveau	1	2	3	4	5	6	total
% élèves 416	11,3	27,3	3,3	36,9	1,6	19,5	100
% élèves 436	5,9	20,8	2,3	48,5	7,9	14,6	100
total	8,7	24,2	2,8	42,5	4,7	17,2	100

$$* \chi^2 = 37,62$$

$$** V \text{ de Cramer} = 0,215$$

$$\alpha = 2,5\%$$

1- Expérience première

2- Obstacle verbal

3- Substantialiste

4- Connaissance générale

5- Connaissance scientifique

6- Pas de réponse

L'hypothèse alternative n'est pas rejetée. Nous pouvons donc dire qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre entre les filles et les garçons au sujet des questions concernant les ondes, mais l'association entre les deux variables est faible comme le montre le V de Cramer.

3.2.4 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant l'électricité et le magnétisme sont regroupées comme une seule question.

Tout comme à la section précédente de notre travail, nous avons regroupé les 6 questions qui concernent l'électricité et le magnétisme. Nous avons considéré les 5 types de conceptions en plus de la catégorie "pas de réponse".

Pour cette partie du travail, nous avons émis l'hypothèse nulle suivante:

H_0 : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe de niveaux différents.

Cette hypothèse nulle se traduit mathématiquement par :

$$H_{0B}: \mu_{416} = \mu_{436}$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est - à- dire χ^2 inférieur à 12,833.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 5, nous acceptons l'hypothèse alternative suivante:

H_1 : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe de niveaux différents

Cette hypothèse alternative se traduit mathématiquement par:

$$H_{1B}: \mu_{416} \neq \mu_{436}$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est - à- dire χ^2 supérieur à 12,883.

Le tableau 3.27 indique le pourcentage de réponses pour chaque type de conception selon le niveau pour les questions concernant l'électricité et le magnétisme.

Tableau 3.27
Type de conception concernant les questions sur l'électricité et le magnétisme selon le niveau en pourcentage

Niveau	1	2	3	4	5	6	total
% élève 416	15,9	25,8	5,1	37,4	4,0	11,9	100
% élève 436	11,7	21,3	4,6	48,5	6,7	7,2	100
total	13,4	23,1	4,8	44,0	5,6	9,1	100

$$* \chi^2 = 20,396$$

$$** V \text{ de Cramer} = 0,144$$

$$\alpha = 2,5\%$$

1- Expérience première

2- Obstacle verbal

3- Substantialiste

4- Connaissance générale

5- Connaissance scientifique

6- Pas de réponse

L'hypothèse alternative n'est pas rejetée. Nous pouvons dire qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre des élèves de niveau 416 et 436 au sujet des questions concernant l'électricité et le magnétisme. Cette association est cependant faible puisque le V de Cramer n'est que de 0,144. De plus, les élèves répondent le plus souvent par une réponse de type connaissance générale.

Nous pouvons aussi reprendre notre procédure pour les questions sur l'électricité et le magnétisme, mais en regardant s'il y a une différence significative dans la façon de répondre entre les sexes.

Nous avons émis l'hypothèse nulle suivante:

H_0 : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

Cette hypothèse nulle se traduit mathématiquement par :

$$H_0: \mu_f = \mu_g$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha = 2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est-à-dire χ^2 inférieur à 12,833.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 5, nous acceptons l'hypothèse alternative suivante:

H_1 : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

Cette hypothèse alternative se traduit mathématiquement par:

$$H_1: \mu_f \neq \mu_g$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est - à- dire χ^2 supérieur à 12,883.

Le tableau 3.28 indique le pourcentage de réponses pour chaque type de conception selon le sexe pour les questions concernant l'électricité et le magnétisme.

Tableau 3.28

Type de conception concernant les questions sur l'électricité et le magnétisme selon le sexe en pourcentage

Niveau	1	2	3	4	5	6	total
% élèves 416	15,9	25,3	3,9	41,4	4,1	9,4	100
% élèves 436	10,7	20,7	5,8	46,8	7,3	8,8	100
total	13,4	23,1	4,8	44,0	5,6	9,1	100

$$* \chi^2 = 14,905$$

$$** V \text{ de Cramer} = 0,123$$

$$\alpha = 2,5\%$$

1- Expérience première

2- Obstacle verbal

3- Substantialiste

4- Connaissance générale

5- Connaissance scientifique

6- Pas de réponse

L'hypothèse alternative n'est pas rejetée. Il existe une différence significative dans la façon de répondre entre les filles et les garçons au sujet des questions concernant l'électricité et le magnétisme, toutefois cette association est faible puisque le V de Cramer n'est que de 0,123. Encore une fois les réponses des élèves se retrouvent le plus souvent dans la catégorie connaissance générale.

3.2.5 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions (ondes, électricité et magnétisme) sont regroupées comme une seule question.

Dans cette section de notre travail, nous regroupons les 11 questions en une seule, c'est-à-dire que nous avons fait les calculs comme si nous avions posé une seule question.

Pour cette partie du travail, nous avons émis l'hypothèse nulle suivante:

H_0 : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe de niveaux différents

Cette hypothèse nulle se traduit mathématiquement par :

$$H_0: \mu_{416} = \mu_{436}$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est-à-dire χ^2 inférieur à 12,833.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 5, nous acceptons l'hypothèse alternative suivante:

H_1 : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des élèves de même sexe de niveaux différents

Cette hypothèse alternative se traduit mathématiquement par:

$$H_1: \mu_{416} \neq \mu_{436}$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est-à-dire χ^2 supérieur à 12,883.

Le tableau 3.29 indique le pourcentage de réponses pour chaque type de conception selon le niveau pour notre questionnaire.

Tableau 3.29
Type de conception retrouvée dans notre étude selon le niveau en pourcentage

Niveau	1	2	3	4	5	6	total
% élèves 416	14	26,9	3,9	34,6	3,7	16,9	100
% élèves 436	9,4	21,4	3,9	49,2	6,2	9,9	100
total	11,3	23,6	3,9	43,3	5,2	12,8	100

$$* \chi^2 = 56,966$$

$$** V \text{ de Cramer} = 0,178$$

$$\alpha = 2,5\%$$

1- Expérience première

2- Obstacle verbal

3- Substantialiste

4- Connaissance générale

5- Connaissance scientifique

6- Pas de réponse

L'hypothèse alternative n'est pas rejetée. Nous pouvons dire qu'il y a une différence significative dans la façon de répondre entre les élèves de niveau 416 et 436 au sujet des questions concernant l'électromagnétisme en général (ondes, électricité et magnétisme). Cependant, cette association est faible avec un V de Cramer de 0,178.

Reprenons le regroupement et vérifions s'il existe une différence significative dans la façon de répondre des élèves entre les sexes pour les questions de l'électromagnétisme en général (ondes, électricité et magnétisme).

Nous avons émis l'hypothèse nulle suivante:

H_0 : Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

Cette hypothèse nulle se traduit mathématiquement par :

$$H_0: \mu_f = \mu_g$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera sous l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha = 2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est-à-dire χ^2 inférieur à 12,833.

Par contre, si cette valeur se retrouve au-dessus de l'intervalle de confiance, toujours pour un degré de liberté de 5, nous accepterons l'hypothèse alternative suivante:

H_1 : Il y a une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons d'un même niveau.

Cette hypothèse alternative se traduit mathématiquement par:

$$H_1: \mu_f \neq \mu_g$$

Si l'hypothèse n'est pas rejetée, la valeur du χ^2 sera au-dessus de l'intervalle de confiance fixé à 97,5% ($\alpha=2,5\%$) pour un degré de liberté de 5, c'est - à- dire χ^2 supérieur à 12,883.

Le tableau 3.30 indique le pourcentage de réponses pour chaque type de conception selon le sexe pour les questions concernant l'électromagnétisme en général (ondes, électricité et magnétisme).

Tableau 3.30
Type de conception retrouvée dans notre étude selon le sexe en pourcentage

Niveau	1	2	3	4	5	6	total
% élèves 416	13,8	26,2	3,6	39,4	3,0	14,0	100
% élèves 436	8,5	20,7	4,2	47,6	7,6	11,4	100
total	11,3	23,6	3,9	43,3	5,2	12,8	100

$$* \chi^2 = 44,507$$

$$** V \text{ de Cramer} = 0,158$$

$$\alpha=2,5\%$$

- 1- Expérience première
- 2- Obstacle verbal
- 3- Substantialiste
- 4- Connaissance générale
- 5- Connaissance scientifique
- 6- Pas de réponse

L'hypothèse alternative n'est pas rejetée. Il existe une différence significative dans la façon de répondre entre les filles et les garçons au sujet des questions sur l'électromagnétisme en général (ondes, électricité et magnétisme). Toutefois, cette association est faible puisque le V de Cramer est de 0,158. Ici encore, les élèves répondent le plus souvent par une réponse de type connaissance générale.

CHAPITRE IV

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'interprétation des résultats est réalisée en tenant compte des volets que nous avons utilisés dans la présentation des résultats c'est-à-dire :

- 4.1 L'interprétation des résultats pour la partie statistique descriptive
 - 4.1.1 L'opinion des répondants face aux énoncés sur les ondes
 - 4.1.2 L'opinion des répondants face aux énoncés sur l'électricité et le magnétisme
- 4.2 L'interprétation des résultats pour la partie tests statistiques
 - 4.2.1 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur les ondes
 - 4.2.2 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur l'électricité et le magnétisme
 - 4.2.3 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant les ondes sont regroupées comme une seule question
 - 4.2.4 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant l'électricité et le magnétisme sont regroupées comme une seule question
 - 4.2.5 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions (ondes, électricité et magnétisme) sont regroupées comme une seule question
- 4.3 L'interprétation des résultats par rapport à l'échantillonnage

4.1 L'interprétation des résultats pour la partie statistique descriptive

4.1.1 L'opinion des répondants face aux énoncés sur les ondes

Cette première partie s'attarde aux énoncés concernant plus spécifiquement les ondes. Les énoncés 1 et 8 sont de type **connaissance scientifique** et portent tous deux sur un même thème, soit les ondes qui sont émises, captées et réfléchies. Comme les résultats le démontrent, nous pouvons prétendre que les élèves de quatrième secondaire connaissent assez bien cette partie de matière qui est vue, en deuxième secondaire, dans le cours de sciences physiques. Ils sont capables de reconnaître que ces deux énoncés sont de nature scientifique c'est-à-dire que les explications sont véridiques et ce, pour environ 80% de notre échantillonnage.

Pour l'énoncé 3, qui est de **nature scientifique** et qui traite de la façon dont les images se forment à la télévision, il est intéressant de noter que la proportion des élèves qui sont en accord est de 45%, et celle de ceux qui émettent une opinion neutre est de 39%. Nous remarquons que ce sont des pourcentages assez près l'un de l'autre. Par contre, 15% des répondants sont en désaccord avec l'énoncé. Nous pouvons émettre l'idée que les élèves de quatrième secondaire ne sont pas familiers avec la notion que des jets de charges électriques dirigés par des ondes forment les images à la télévision. Cette idée est confirmée par le fait que le programme d'étude de sciences physiques de deuxième secondaire ne comporte pas de partie sur les jets de charges électriques. En quatrième secondaire, ce n'est pas un sujet abordé bien que le programme comprend un module sur l'électricité.

L'énoncé 4, qui est du type **substantialiste**, donne des résultats très partagés. En effet, les élèves ont plus de difficulté à donner une opinion. Il est vrai que cet énoncé explique le phénomène des ondes radio par le fait qu'il y a une substance, en l'occurrence l'air, qui transmet les ondes. Cette façon d'expliquer un phénomène à partir d'une substance vient perturber les élèves qui ne sont pas certains de leur opinion puisqu'ils peuvent facilement croire que l'air peut transporter les ondes.

Lorsque l'énoncé est de type **expérience première**, c'est-à-dire que l'explication se fie aux apparences, comme pour l'énoncé 11, les élèves de l'échantillon ont été capables de dire qu'ils ne sont pas en accord avec cet énoncé dans une proportion de 64%. Il est vrai que pour des élèves de quatrième secondaire, le fait de dire que les rayons X permettent aux médecins de prendre des photos en noir et blanc est un peu simpliste puisqu'à cet âge, ils sont conscients que les rayons X sont plus que des photos en noir et blanc.

Cette première analyse nous permet de croire que les élèves de quatrième secondaire sont capables de reconnaître un énoncé scientifique lorsqu'ils ont seulement à donner leurs opinions, malgré le fait que nous n'ayons pas différencié les réponses des élèves de 416 par rapport à ceux de 436 ou bien de celles des filles par rapport aux garçons. Thouin (1987) avait démontré que les élèves différenciaient les types de conception lorsqu'ils répondaient au questionnaire de type Likert et qu'il n'y avait que deux types statistiquement différents soit le type semi-évolué et le type évolué.

4.1.2 L'opinion des répondants face aux énoncés sur l'électricité et le magnétisme

Ici, nous nous sommes attardés aux énoncés concernant l'électricité et le magnétisme. À l'énoncé 2, les élèves sont capables, dans une proportion de 87%, de reconnaître que l'énoncé n'est pas de type connaissance scientifique puisqu'ils ont répondu "désaccord ou désaccord total". En effet, pour des élèves de quatrième secondaire il est très facile de ne pas être d'accord avec un énoncé qui dit qu'une ampoule éclaire parce que c'est comme un soleil miniature, car cette explication est très simpliste. Malgré le fait qu'ils apprendront cette notion en quatrième secondaire, beaucoup d'élèves savent que l'ampoule éclaire parce que le filament dans l'ampoule chauffe, donc il est facile pour eux d'être en désaccord total avec l'explication donnée à l'énoncé 2.

L'énoncé 6 est aussi de type **connaissance générale**. Ici, les élèves ont donné des réponses très diversifiées. En effet, 40% des répondants ont dit être en accord tandis que 35% sont en désaccord et 23% ont une opinion neutre sur le sujet. Nous pouvons penser que ces notions d'électromagnétisme n'ont pas encore été approfondies par les élèves et il est logique d'obtenir cette distribution de réponses. En effet, le programme de sciences physiques de deuxième secondaire n'aborde pas ce sujet. L'énoncé dit que le téléphone peut transmettre les voix parce que le son passe par les fils du téléphone.

L'énoncé de type **substantialiste** est qualifié par Bachelard de polymorphe parce qu'il est construit d'un assemblage d'intuitions dispersées et opposées. On peut remarquer que cette qualification de la conception de type substantialiste est juste puisque les opinions des élèves face aux énoncés de ce type sont partagées. À l'énoncé 10, on explique le phénomène de l'électromagnétisme par le fait que la boussole contient un liquide ou un gaz qui devient magnétique près d'un courant. Il y a plus de répondants qui disent être en désaccord qu'en accord, mais 20% des élèves se disent neutre. Cette indécision face à un énoncé nous démontre que ces élèves ne sont pas vraiment convaincus ni de la fausseté ou de la véracité de cet énoncé. Nous pouvons donc penser que lorsqu'un phénomène est expliqué en utilisant des données qui prétendent que des substances permettent de faire les actions, certains élèves ne sont pas assurés que cela fonctionne ou pas.

Pour l'énoncé 7, qui est de type **connaissance générale**, les opinions recueillies sont divergentes. En effet, 39% des répondants sont en accord, 40% sont en désaccord et 16 % ont une opinion neutre. Faut-il penser qu'étant donné que la notion d'électricité statique est un objectif du programme, de sciences physiques, de quatrième secondaire, les élèves émettent une opinion selon leurs conceptions du problème, c'est-à-dire selon ce qu'ils connaissent et ce qu'ils croient vrai? Avec cette hypothèse, nous rejoignons les idées de Giordan et De Vecchi (1987,p.79) qui définissent la conception comme étant "...un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes, mais surtout il met en évidence l'idée que cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles" .

Les répondants donnent le même genre de réponse pour les deux énoncés qui sont du type **connaissance générale**. En effet, il y a un fort pourcentage des élèves qui donnent une opinion en disant qu'ils sont d'accord avec l'énoncé. Par contre, la notion de barrage électrique(9) semble être plus connue que celle du fonctionnement de la calculatrice (5). Nous pouvons peut-être nous poser quelques questions face à ces résultats. Pouvons-nous penser que parce que nous vivons dans un pays où il y a beaucoup de barrages électriques, les élèves connaissent très bien le fonctionnement d'une turbine? Ou bien est-ce que la conception scientifique de cet objectif a bien été apprise dans le programme de géographie de troisième secondaire? Les résultats obtenus pour ces deux (2) questions confirment que l'apprentissage est un processus social (Garnier et al., 1991) et que lorsque l'apprentissage est bien fait, l'élève n'a pas deux systèmes explicatifs, mais bien un seul et que celui-ci explique les notions de façon scientifique (Giordan, 1987).

Encore une fois, nous pouvons penser que les élèves sont capables de reconnaître un énoncé de type **connaissance scientifique** lorsque nous leur en présentons un. En est-il autrement lorsque nous leur demandons d'expliquer le phénomène? C'est ce que nous allons pouvoir constater dans la prochaine partie de l'interprétation des résultats des tests statistiques.

4.2 L'interprétation des résultats pour la partie tests statistiques

4.2.1 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur les ondes

Les élèves devaient répondre à cinq (5) questions axées sur les ondes. Parmi celles-ci, nous n'en retrouvons qu'une où il n'y a aucune différence significative dans la façon de répondre des élèves de 416 par rapport à 436 et dans la façon de répondre des filles par rapport aux garçons. Il s'agit de la question 3. Nous pouvons expliquer ceci par le fait que les élèves ne connaissent pas la façon de produire une image sur un écran de télévision. En effet, qu'ils soient en 416 ou en 436 ou qu'ils soient de sexe féminin ou masculin, ils n'ont pas encore eu l'occasion, à l'école du moins, d'apprendre ce phénomène physique.

Pour les questions 1 et 8, qui se lisent comme suit: 1-Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit. Pourquoi? 8- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse. Pourquoi? , nous retrouvons exactement le même tableau de résultats. Il existe une différence significative dans la façon de répondre au niveau des sexes. Cette différence est plus marquée au niveau des élèves de 416 que des élèves de 436. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les élèves de 416 ont généralement de moins bons résultats scolaires que leurs confrères de 436, c'est-à-dire qu'ils ont été classés en 416 à l'aide de leurs notes de troisième secondaire qui se situaient entre 60% et 70% . En ce qui concerne le niveau d'enseignement, il existe une différence significative dans la façon de répondre des filles de 416 et de 436 ainsi qu'au niveau du total. Existe-t-il une différence entre les filles parce que celles-ci s'intéressent moins aux phénomènes qui impliquent les avions que les garçons? L'aviation est un domaine à prédominance masculine et nous croyons que même à notre époque, nous pouvons encore percevoir ce phénomène au secondaire. D'après nos observations, les garçons posent plus de questions sur le comment et le pourquoi des phénomènes qui impliquent les ondes et les avions que les filles lorsque nous abordons ce phénomène. Garnier et al (1991) nous démontrent que pour qu'il y ait apprentissage, il doit y avoir un processus social c'est-à-dire que l'élève doit être en interaction et qu'il doit y avoir un enjeu socio-affectif. Étant donné que ce sujet est plus près de la réalité du garçon que de la fille, l'enjeu socio-affectif se fait sentir et le garçon donne de meilleures réponses.

Il est très intéressant de constater que les élèves ont donné des réponses qui utilisent les mêmes conceptions pour expliquer le phénomène des ondes qui sont réfléchies. Il est vrai que ces deux questions sont sensiblement les mêmes et les élèves ont expliqué le phénomène par la même conception pour les deux questions. Encore une fois, ceci vient confirmer ce que les auteurs Giordan et De Vecchi (1987, p.79) disent de la conception "... un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes, mais surtout il met en évidence l'idée que cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles".

À la question 4 qui se lit comme suit: Comment les sons peuvent-ils se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio?, il existe une différence significative dans la façon de répondre seulement pour le niveau d'enseignement que ce soit pour les filles ou pour les garçons. Ceci veut dire que les garçons de 416 et de 436 ainsi que les filles de 416 et de 436 ne répondent pas de la même façon. Est-ce que ces résultats viennent accentuer le préjugé que les élèves de 436 sont généralement meilleurs à l'école que les élèves de 416? La comparaison selon le sexe viendrait peut-être donner raison à notre question puisque si nous comparons les réponses entre les filles et les garçons de 416 et entre les filles et les garçons de 436, nous ne notons aucune différence dans la façon de répondre lorsque nous sommes dans le même niveau.

Pour la dernière question qui porte sur les ondes, nous demandons aux élèves: Pourquoi les rayons X permettent-ils aux médecins de voir à l'intérieur du corps? (question 11). Nous obtenons des résultats assez surprenants puisque nous ne notons aucune différence significative dans la façon de répondre selon les sexes en 416 et en 436 et selon le niveau d'enseignement entre les garçons et entre les filles. Nous obtenons cependant une différence significative dans le total selon le sexe et dans le total selon le niveau. Ces résultats proviennent probablement du fait que lorsque nous analysons les données séparément, les échantillons sont trop petits, mais lorsque nous les regroupons ils peuvent donner des résultats intéressants. Il est à noter que la force de l'association, dans les deux cas, est assez faible. Peut-être n'y a-t-il pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves pour cette question parce que les répondants n'ont pas encore étudié cette notion et qu'ils expliquent le phénomène selon leur propre conception, c'est-à-dire selon leurs schèmes mentaux. Une conception selon les auteurs Astolfi (1992), Giordan et De Vecchi (1987), Giordan, Girault, Clément (1994) et Thouin (1996), est une idée sous-jacente. En effet, puisqu'une conception comprend trois (3) parties selon Giordan et De Vecchi (1987)

l'apprenant émet son idée par un modèle explicatif c'est-à-dire par ce qu'il connaît et par son vécu personnel. Par la suite, sa conception évolue c'est pourquoi nous obtenons des réponses plus ou moins évoluées selon le vécu personnel de l'apprenant.

4.2.2 Différence existant entre les sexes et entre les niveaux pour les questions sur l'électricité et le magnétisme

Pour les questions axées sur l'électricité et le magnétisme, nous retrouvons deux questions où il n'existe aucune différence significative dans la façon de répondre des élèves. Il s'agit des questions 2 et 5 qui se lisent comme suit : 2- Pourquoi une ampoule éclaire-t-elle? et 5- Comment une calculatrice peut-elle effectuer des opérations mathématiques?

Pour les questions 6 et 7, nous retrouvons les mêmes différences et ressemblances. Ces questions sont: Comment un téléphone transmet-il les voix?(6) et Pourquoi un ballon de baudruche qui est frotté contre un chandail de laine colle à un mur?(7). Il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre si nous comparons les sexes c'est-à-dire les filles par rapport aux garçons. Par contre, nous retrouvons une différence significative dans la façon de répondre si nous comparons les garçons de 416 par rapport aux garçons de 436 et ce, pour les deux questions. Il n'y a aucune différence pour les filles selon le niveau, mais nous retrouvons une différence pour le total selon le niveau. Est-ce que les garçons connaissent mieux ces phénomènes que les filles?

Lorsque nous parlons d'hydroélectricité, comme c'est le cas à la question 9, nous retrouvons une différence significative dans la façon de répondre si nous comparons les sexes, et ce pour le niveau 416, 436 et pour le total. Cela veut dire qu'entre les élèves de 416, les garçons et les filles ne répondent pas de la même façon de même que pour les élèves de 436. Est-ce les filles ou les garçons qui connaissent mieux le phénomène? Rappelons que lorsque nous donnons l'énoncé, 89% des répondants sont d'accord avec l'énoncé qui est de type **connaissance scientifique**, et qui explique le phénomène du barrage électrique. Nous pouvons donc penser que lorsque les élèves ont l'explication scientifique sous les yeux, ils sont capables de la reconnaître mais lorsqu'il s'agit de l'expliquer, cela devient plus difficile parce qu'ils n'ont pas d'indice pour expliquer le phénomène. Lorsque nous comparons selon le niveau d'enseignement, il n'y a pas de différence significative apparente sauf pour le total. Ceci vient probablement encore du fait que nos échantillons sont trop petits pour les regarder séparément, mais lorsque nous les regroupons, ils donnent des résultats satisfaisants. Il est

clair que la force de l'association pour le total selon le niveau n'est pas très élevée.

Il n'existe pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves lorsque nous demandons une explication à la question 10 qui demande pourquoi une aiguille de boussole est déviée lorsqu'elle est près d'un fil qui conduit l'électricité. Nous retrouvons seulement une petite différence au niveau du total selon les sexes. Encore une fois cela est probablement dû à la grosseur de nos échantillons qui, lorsque nous les regroupons donne des résultats significatifs parce que le nombre de répondants augmente dans les cellules de nos tests statistiques tels que le test du χ^2 .

4.2.3 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant les ondes sont regroupées comme une seule question

Il existe une différence significative dans la façon de répondre des élèves de niveau 416 par rapport aux élèves de niveau 436 lorsque nous regroupons toutes les questions concernant les ondes. Cette différence se retrouve aussi au niveau des élèves de sexe féminin par rapport aux élèves de sexe masculin. Pouvons-nous dire qu'effectivement les élèves possèdent plusieurs types de conceptions et que celles-ci sont utilisées selon leurs connaissances du sujet? Ainsi, les théories de Bachelard (1960) et de Thouin (1987) sont bien mises en évidence dans notre recherche. Pour Bachelard, il y a dix (10) types de conceptions différentes et Thouin a repris ceci en utilisant les quatre principales conceptions et en a ajouté une, soit la connaissance scientifique. De plus, étant donné que les élèves de notre échantillon sont en quatrième secondaire, il y a plus de chance que les conceptions de ces derniers soient plus évoluées que celles des élèves de première secondaire.

4.2.4 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions concernant l'électricité et le magnétisme sont regroupées comme une seule question

Il existe une différence significative dans la façon de répondre des élèves de niveau 416 par rapport aux élèves de niveau 436 lorsque nous regroupons toutes les questions concernant l'électricité et le magnétisme. Cette différence se retrouve aussi au niveau des élèves de sexe féminin par rapport aux élèves de sexe masculin. Pouvons-nous dire qu'effectivement les élèves possèdent plusieurs types de conceptions et que celles-ci sont utilisées selon leurs connaissances du sujet? Nous croyons que oui puisque nous avons eu des réponses de tous les types de conception. Ainsi, les résultats de Bachelard (1960) et de Thouin (1987) sont bien mis en évidence dans notre recherche.

4.2.5 Différence existant entre les niveaux et entre les sexes lorsque toutes les questions (ondes, électricité et magnétisme) sont regroupées comme une seule question

Il existe une différence significative dans la façon de répondre des élèves de niveau 416 par rapport aux élèves de niveau 436 lorsque nous regroupons toutes les questions de notre questionnaire. Cette différence se retrouve aussi au niveau des élèves de sexe féminin par rapport aux élèves de sexe masculin. Il était à prévoir que si nous retrouvions une différence significative dans la façon de répondre des élèves pour les questions sur les ondes et pour les questions sur l'électricité et le magnétisme, nous la retrouverions aussi lorsque nous les regroupons. Ainsi, il existe des différences significatives dans la façon de répondre des élèves de notre échantillon. Ceci laisse supposer que tous les élèves n'ont pas le même développement scientifique et qu'ils en sont à des stades différents de conceptions. Nos résultats confirment cette différence puisque les questions ouvertes nous permettent de retrouver les cinq (5) types de conceptions que nous avons utilisées pour cette recherche. De plus, le questionnaire de type Likert nous permet de croire que les élèves sont capables de reconnaître qu'un énoncé est de type scientifique plutôt que de type expérience première puisqu'ils sont en accord avec le premier type et en désaccord avec le second.

4.3 L'interprétation des résultats par rapport à l'échantillonnage

Pour notre expérimentation, nous avons choisi des élèves de niveau 416 et 436 de la Cité étudiante Polyno de La Sarre pour l'année scolaire 1996-1997.

Selon nos résultats, nous remarquons que notre échantillonnage d'apprenants possède des conceptions de tous les types soit expérience première, obstacle verbal, substantialiste, connaissance générale et connaissance scientifique. Par contre, lorsque le sujet d'étude a déjà été présenté en classe ou bien que l'apprenant se sent concerné sur le plan socio-affectif, les conceptions de type connaissance générale et connaissance scientifique sont en plus grand nombre. Ces résultats nous démontrent bien que les élèves apprennent mieux lorsqu'ils se sentent concernés. C'est pourquoi les enseignants devraient constamment faire des rapprochements entre les nouvelles notions et des choses concrètes que l'apprenant connaît déjà. Ainsi, les liens se tisseraient mieux pour les apprenants et les apprentissages scientifiques n'en seraient qu'améliorés.

Ces résultats pourraient être utilisés à la Cité étudiante Polyno, par les enseignants de sciences physiques 416-436, comme une piste à ne pas perdre pour la préparation des cours afin d'améliorer les conceptions des apprenants. De plus, ces résultats pourraient amener les enseignants à se questionner pour faire évoluer les conceptions des élèves vers les conceptions que nous considérons comme scientifiques. Pour ce faire, les enseignants devraient toujours vérifier les préconceptions des élèves avant d'amener une nouvelle notion en classe. Cette façon de faire amènerait l'enseignant à trouver ce que les élèves pensent vraiment d'un sujet qu'ils n'ont jamais approfondi à l'école. Par ces résultats, les conceptions étant au premier plan des réponses, l'enseignant pourrait orienter son enseignement pour faire avancer le plus possible les conceptions des apprenants vers les conceptions que la communauté scientifique considère comme vraies. Ainsi, les résultats scolaires des apprenants devraient s'améliorer ce qui rendrait l'image des sciences au secondaire plus positive pour les adolescents. À long terme, les apprenants garderaient en mémoire les vrais systèmes explicatifs, c'est-à-dire les conceptions scientifiques, ce qui rendrait l'apprentissage plus positif puisque l'apprenant aurait la bonne conception d'une notion. Les études post-secondaires ne s'en porteraient que mieux.

CONCLUSION

La présente recherche se voulait une étude exploratoire sur les différents types de conceptions, en électromagnétisme, des élèves de quatrième secondaire de la Cité étudiante Polyno de La Sarre.

Afin de réaliser notre but, nous avons répertorié les écrits sur les relations entre l'élève et le savoir, les conceptions et leurs typologies ainsi que les savoirs scientifiques et leurs structures.

Suite à notre revue de littérature, nous nous sommes fixés trois (3) objectifs spécifiques de recherche, qui sont: 1) répertorier les types de conceptions des élèves par rapport à l'électromagnétisme, 2) analyser ces conceptions afin de les classer selon les différents types et, 3) vérifier si elles sont différentes selon le niveau de l'élève (416 ou 436) et/ou le sexe. Ces objectifs nous permettaient de répondre à la question de recherche suivante: **Quels sont les types de conceptions en électromagnétisme des élèves de quatrième secondaire inscrits aux cours de sciences physiques 416 et 436 à la Cité étudiante Polyno de La Sarre?**

Afin de pouvoir répondre à notre question, nous avons utilisé deux (2) questionnaires qui ont été construits par Thouin (1987) pour sa thèse de doctorat. Étant donné que les questionnaires comportaient des questions sur plusieurs sujets d'étude, nous n'avons sélectionné que les questions qui concernaient l'électromagnétisme. De plus, Thouin (1987) avait un questionnaire à choix multiples que nous avons transformé en questionnaire à réponses ouvertes afin de mieux déterminer les types de conceptions des élèves. Le deuxième questionnaire en était un de type Likert. Ainsi, nous avons obtenu 2 questionnaires de 11 questions qui ont été présentés à 163 élèves de quatrième secondaire sur une possibilité de 400.

Nous avons classifié les réponses obtenues en six (6) catégories qui se rapportaient aux types de conceptions que Bachelard (1960) et Thouin (1987) ont présenté. Il s'agit des types de conceptions suivants: **expérience première, obstacle verbal, substantialiste, connaissance générale et connaissance scientifique.**

Suite à ce classement, nous avons effectué des tests statistiques avec SPSS pour Windows. Nous nous sommes demandé s'il y avait une différence significative dans la façon de répondre des filles et des garçons et/ou des élèves de 416 par rapport à ceux de 436. Le test du χ^2 a été utilisé pour déterminer si une association existait entre les variables et le test du V de Cramer pour déterminer la force de l'association. Pour ce qui est du questionnaire de type Likert, nous avons fait le calcul des pourcentages pour chacune des réponses proposées, ce qui nous a permis de constater si les élèves étaient capables de reconnaître qu'un énoncé était de type scientifique ou pas.

Pour l'analyse du questionnaire de type Likert, nous avons fait le choix de séparer le questionnaire en deux parties distinctes soit celle sur les ondes et celle sur l'électricité et le magnétisme. Cette façon de faire nous a permis de constater que les élèves sont généralement capables de reconnaître un énoncé du type **connaissance scientifique** ou **expérience première** autant pour une question sur les ondes que pour une question sur l'électricité et le magnétisme. Par contre, ils ont un peu plus de difficulté à reconnaître un énoncé de type **obstacle verbal**, **substantialiste** ou **connaissance générale**, et ce, pour les deux types de questions. Ceci nous démontre que les conceptions ont une incidence sur notre enseignement et sur l'apprentissage des élèves. En effet, si nous ne tenons pas compte que les élèves ne sont pas capables d'identifier divers types de conceptions, cela veut dire qu'ils peuvent les utiliser pour donner des réponses aux questions. Ainsi, la conception scientifique est peut-être facilement identifiable dans un énoncé mais, l'est-elle vraiment pour donner une réponse à une question? C'est ce que nous avons vérifié avec le questionnaire à réponses ouvertes.

Nous avons, pour le questionnaire à réponses ouvertes, fait le choix de regrouper les réponses de types **connaissance générale et connaissance scientifique**. En effet, bien que la réponse de type **connaissance générale** ne soit pas parfaite, elle contient au moins une part de vérité, ce qui n'est pas le cas des types **expérience première**, **obstacle verbal et substantialiste** que nous avons regroupés à cause de l'évolution moins grande de ces types de conceptions. Nous avons dû effectuer ces regroupements à cause de la taille de notre échantillon, afin d'être conforme avec les conditions d'application du test de χ^2 . En effet, la valeur du χ^2 est une approximation qui n'est pas valable si les cellules sont trop faibles. Nous avons procédé en analysant les questions sur les ondes ainsi que celles sur l'électricité et le magnétisme. Par la suite, nous avons analysé les réponses en regroupant les questions par thème comme si nous n'avions posé qu'une seule question sur les ondes, sur l'électricité et le

magnétisme ainsi qu'en regroupant les 11 questions de notre recherche sur l'électromagnétisme.

Les résultats de notre recherche nous démontrent, qu'il existe des différences significatives dans la façon de répondre des filles et des garçons ainsi que des élèves de 416 et de 436 pour la majeure partie des questions. Cette différence ne se retrouve pas partout à la fois mais pour 8 des 11 questions nous retrouvons une différence, à un niveau ou à un autre, que ce soit entre les filles et les garçons d'un même niveau ou pour des niveaux d'enseignements différents pour le même sexe. Au début de notre recherche, nous avons émis l'idée que la comparaison des résultats des élèves de 416 par rapport à ceux de 436 nous orienterait sur les types de conceptions des élèves en difficultés par rapport aux élèves qui réussissent bien en sciences et que nous pourrions peut-être identifier des conceptions qui nuisent ou qui aident à l'apprentissage des sciences. Les résultats de notre recherche nous indique qu'il y a bien des différences mais on peut remarquer, par les résultats, que les élèves des deux niveaux possèdent tous les types de conception et que nous ne pouvons identifier clairement des conceptions qui nuisent ou qui aident à l'apprentissage.

Par contre, pour 3 questions, nous n'avons retrouvé aucune différence significative dans la façon de répondre des élèves. Il s'agit des questions 2, 3 et 5 où les thèmes n'ont pas encore été abordés dans les cours de sciences au secondaire. Est-ce la cause de nos résultats? Ces résultats sont intéressants puisqu'ils démontrent que les élèves de troisième secondaire qui ont une moyenne supérieure à 70% (pour les 436) ou inférieure à 70% (pour les 416) présentent des conceptions semblables. Ces résultats sont un indice pour les enseignants de la Polyno pour faire avancer leur enseignement. En effet, lorsque le sujet n'a jamais été abordé en classe, les conceptions sont de tous les types et il n'y a pas de différence significative dans la façon de répondre des élèves. Il faut donc être plus vigilants au niveau des préconceptions pour obtenir des apprentissages de qualité.

Le regroupement des 11 questions en une seule questions sur les ondes, l'électricité et le magnétisme, a quant à lui, permis de confirmer qu'il existe une différence significative dans la façon de répondre selon les sexes ou le niveau d'enseignement.

Nous pouvons donc conclure qu'il existe différents types de conception chez les élèves de quatrième secondaire soit **l'expérience première, l'obstacle verbal, le substantialiste, la connaissance générale et la connaissance scientifique.** Lorsque le sujet d'étude est connu des élèves soit par l'apprentissage à l'école ou par la culture

personnelle, les conceptions de types **connaissance générale et scientifique** sont utilisées par environ la moitié des répondants. En effet, l'enjeu socio-affectif et l'interaction qu'il doit y avoir pour que l'élève fasse des apprentissages sont plus souvent mis en jeu lorsqu'il connaît le sujet. Ayant déjà le goût d'apprendre, il s'investit davantage et les apprentissages se font plus facilement. L'enseignant doit donc essayer de provoquer des enjeux socio-affectifs pour favoriser la réussite des élèves en science. Ainsi les élèves n'auront pas deux systèmes explicatifs, mais bien un seul qui expliquera les notions de façon scientifique (Giordan, 1987).

Les résultats de recherche ont permis de mieux comprendre la façon dont les élèves de quatrième secondaire se représentent des concepts d'électromagnétisme. Ainsi, les enseignants pourront s'aider des résultats de recherche pour créer un déséquilibre chez l'élève afin que ce dernier puisse reformuler ses propres conceptions pour qu'elles deviennent plus conformes aux explications scientifiques.

Nous croyons que ces résultats ont une incidence dans le domaine de l'enseignement des sciences. En effet, les enseignants devraient tenir compte du fait que les élèves n'ont pas tous le même niveau de conception. Ainsi, les élèves, qui présentent un niveau de conceptualisation moins évolué des phénomènes scientifiques, pourraient améliorer leurs résultats scolaires en sciences, si les enseignants tenaient compte de ces différences. En effet, les enseignants pourraient vérifier les conceptions préalables des apprenants avant de débiter une séquence d'enseignement. Cette façon de procéder donnerait un indice de plus à l'enseignant à savoir à quel niveau se situe ses élèves. Par la suite et selon le niveau conceptuel des apprenants, l'enseignant pourrait proposer des activités diverses permettant à chacun de faire évoluer ses conceptions vers des conceptions plus près des conceptions scientifiques que nous voulons que les élèves acquièrent. De plus, cet apprentissage pourrait se faire par l'enseignement coopératif, par l'apprentissage social par les pairs ou par médiation.

Dans une recherche ultérieure, il serait intéressant de faire deux (2) analyses des conceptions des élèves, soit une en début d'année scolaire avec des questions orientées sur les objectifs du programme qui seront vus en cours d'année, ainsi qu'une seconde en fin d'année pour déterminer si les conceptions évoluent vers les conceptions de types **connaissance scientifique**. Ainsi, si l'enseignant tenait compte des types de conceptions dans son enseignement, nous croyons que les résultats de la deuxième analyse n'en seraient que meilleurs. Il y aurait donc des retombées au niveau de la réussite scolaire de l'élève et de l'enseignement. De plus, en ayant de meilleurs résultats, les élèves apprécieraient davantage les cours scientifiques ce qui les pousseraient peut-être vers des carrières scientifiques.

L'enseignant doit donc, dans la mesure du possible utiliser les conceptions des élèves pour faire avancer l'apprentissage en sciences. Pour l'élève, il y aurait des retombées puisque ses apprentissages se feraient avec un meilleur système explicatif ce qui lui permettrait d'avoir des conceptions beaucoup plus précises et scientifiques des diverses notions qu'il devra apprendre tout au long de sa vie.

ANNEXE I

LES QUESTIONNAIRES

APPENDICE A

QUESTIONNAIRE ORIGINAL DE LA THÈSE DE DOCTORAT
DE MONSIEUR MARCEL THOUIN

1- (Domaine: Thermodynamique)

Au soleil, les vêtements de couleur foncée deviennent plus chauds que les vêtements de couleur pâle. Pourquoi?

- a) Parce que les substances foncées sont plus épaisses que les couleurs pâles. (sub.)
- b) Parce que la chaleur dépend de la température. (ver.)
- c) Parce que l'échange de chaleur est différent. (gen.)
- d) Parce que le noir est plus chaud que le blanc. (exp.pr.)
- e) Parce que les couleurs foncées réfléchissent moins les rayons de chaleur que les couleurs pâles. (sci)

2- (Domaine: Optique et acoustique)

Pourquoi le ciel est-il bleu quand il fait beau?

- a) Parce que l'air est bleu. (exp. pr.)
- b) À cause de sa coloration. (ver.)
- c) Parce qu'il contient de la vapeur d'eau. (sub.)
- d) Parce que les gaz de l'air absorbent plus les autres couleurs. (sci.)
- e) À cause de l'effet de la lumière. (gen.)

3- (Domaine: Mécanique classique)

Pourquoi un objet qu'on lance tombe-t-il vers le sol?

- a) Parce qu'il est lourd. (exp.pr.)
- b) Parce que la Terre contient un produit qui attire tous les objets. (sub.)
- c) À cause d'une force. (gen.)
- d) Parce que la Terre et cet objet s'attirent entre eux. (sci.)
- e) À cause de la chute des corps. (ver.)

- 4- (Domaine: Géologie et météorologie)
Qu'est-ce qui cause les éclairs et le tonnerre pendant un orage?
- a) Des échanges d'énergie dans l'atmosphère. (gén.)
 - b) L'explosion de certains gaz contenus dans l'atmosphère. (gén.)
 - c) Un phénomène atmosphérique. (ver.)
 - d) Des décharges électriques. (sci.)
 - e) Des nuages qui cognent entre eux. (exp. pr.)
- 5- (Domaine: Électromagnétisme)
Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit. Pourquoi?
- a) Parce que le radar permet de voir dans l'obscurité. (exp. pr.)
 - b) Parce que le radar fonctionne à partir d'ondes. (gén.)
 - c) Parce que le radar capte les gaz émis par les moteurs des avions. (sub.)
 - d) Parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies. (sci.)
 - e) Parce que le radar peut localiser tous les objets volants. (ver.)
- 6- (Domaine: Électromagnétisme)
Pourquoi une ampoule éclaire-t-elle?
- a) Parce que c'est comme un soleil miniature. (exp. pr.)
 - b) Parce que c'est comme une sorte de chandelle. (ver.)
 - c) Parce que l'électricité chauffe le métal à l'intérieur. (sci.)
 - d) À cause de l'énergie. (gén.)
 - e) Parce qu'il y a de la lumière qui coule à l'intérieur. (sub.)
- 7- (Domaine: Chimie-physique)
Nous pouvons glisser vite sur la glace avec des patins. Pourquoi?
- a) Parce que la glace permet le glissement des objets. (ver.)
 - b) Parce que la glace est très lisse. (exp.pr.)
 - c) Parce qu'il y a une substance glissante à la surface de la glace. (sub.)
 - d) Parce qu'il y a de la glace qui fond sous la lame des patins. (sci.)
 - e) Parce que les patins exercent une pression. (gén.)

8- (Domaine: Astronomie)

Votre poids est six fois plus lourd sur la Terre qu'il le serait sur la Lune. Pourquoi?

- a) Parce qu'il y a une variation de poids. (ver.)
- b) Parce que la Lune est pleine de trous. (exp.pr.)
- c) Parce que la Terre n'est pas faite des mêmes minéraux que la Lune. (sub)
- d) À cause de la force de gravitation. (gén.)
- e) Parce que la Terre attire les objets plus fortement que la Lune. (sci.)

9- (Domaine: Chimie)

Le papier journal devient un peu jaune après quelques jours . Pourquoi?

- a) Parce qu'il y a de la poussière qui se déplace sur la papier. (exp.pr.)
- b) Parce que le papier réagit avec un gaz contenu dans l'air. (sci.)
- c) Parce qu'il se produit une coloration. (ver.)
- d) Parce qu'il se produit une réaction. (gén.)
- e) Parce qu'il y a un produit qui sort du papier. (sub.)

10-(Domaine: Astronomie)

Le soleil se déplace dans le ciel pendant la journée. Pourquoi?

- a) Parce que la Terre tourne sur elle-même. (sci.)
- b) À cause de la rotation des corps célestes. (gén)
- c) Parce qu'il est poussé par l'air. (sub.)
- d) Parce qu'il subit un déplacement. (ver.)
- e) Parce qu'il tourne autour de la Terre. (exp. pr.)

11- (Domaine: Aérodynamique)

Pourquoi un ballon à l'air chaud s'élève-t-il dans les airs?

- a) Parce qu'un volume d'air chaud est moins lourd qu'un même volume d'air plus frais. (sci.)
- b) Parce qu'il est emporté par le vent. (exp.pr.)
- c) Parce qu'on utilise du gaz propane pour chauffer. (sub.)
- d) Parce qu'il y a une différence de température. (gén.)
- e) Parce qu'il a tendance à monter. (ver.)

12- (Domaine: Thermodynamique)

On place un verre en papier au-dessus d'une flamme. L'eau va finir par bouillir mais le papier ne brûlera pas. Pourquoi?

- a) Parce que l'eau agit comme isolant. (ver.)
- b) Parce que la flamme n'est pas assez chaude pour faire brûler le papier. (exp.pr.)
- c) Parce que l'eau empêche le papier de devenir assez chaud pour brûler. (sci.)
- d) À cause de l'énergie calorifique. (gén.)
- e) Parce que les verres en papier sont recouverts d'un papier spécial. (sub.)

13- (Domaine: Optique et acoustique)

Pourquoi une loupe permet-elle de grossir les objets?

- a) Parce qu'elle fait dévier la lumière. (sci.)
- b) Parce qu'elle est faite d'un verre spécial. (sub.)
- c) À cause d'un effet d'optique du verre. (gén.)
- d) Parce qu'elle a un pouvoir de grossissement. (ver.)
- e) Parce qu'elle est plus grosse que l'objet examiné. (exp.pr.)

14- (Domaine: Mécanique classique)

Une bicyclette sans support ne tient pas en équilibre lorsqu'elle est arrêtée. Pourquoi tient-elle en équilibre lorsque quelqu'un pédale?

- a) À cause de la rotation des roues. (gén.)
- b) Parce que le poids de la personne assure l'équilibre. (sub.)
- c) Parce qu'elle va vite. (exp. pr.)
- d) Parce que la rotation des roues crée une force qui s'oppose aux forces qui pourraient causer la chute. (sci.)
- e) Parce qu'elle est équilibrée par son mouvement. (ver.)

15- (Domaine: Géologie et météorologie)

Pourquoi y a-t-il parfois des tremblements de terre dans certains pays?

- a) Parce qu'il y a des substances minérales qui explosent à l'intérieur du sol. (sub.)
- b) Parce que le sol se déplace. (gén.)
- c) Parce qu'il se produit des vibrations dans le sol. (ver.)
- d) Parce que dans ces pays l'écorce terrestre n'est pas très épaisse. (exp. pr.)
- e) Parce que certaines couches de l'écorce terrestre se déplacent brusquement. (sci.)

16-(Domaine: Électromagnétisme)

Comment un appareil de télévision produit-il une image?

- a) Un peu comme un appareil photo. (ver.)
- b) Par un jet de charges électriques dirigé par des ondes. (sci.)
- c) Par des miroirs qui réfléchissent des images. (exp.pr.)
- d) À l'aide d'un mélange de gaz lumineux contenus dans le tube image. (sub.)
- e) À partir de la station de télévision. (gén.)

17- (Domaine: Chimie-physique)

Pourquoi le savon permet-il de mieux laver la vaisselle ?

- a) Parce qu'il contient un produit nettoyant. (sub.)
- b) Parce que c'est un détergent. (ver.)
- c) Parce qu'il est très propre. (exp. pr.)
- d) Parce qu'il permet de mélanger l'eau et les graisses. (sci.)
- e) Parce qu'il dissout la saleté. (gén.)

18-(Domaine: Chimie)

Une allumette de carton s'enflamme quand on la frotte sur le rebord spécial du paquet.

Pourquoi ?

- a) Parce qu'il se produit une sorte d'explosion. (ver.)
- b) Parce que le frottement rend l'allumette brûlante. (exp. pr.)
- c) Parce que le frottement déclenche une réaction chimique rapide (sci.)
- d) Parce qu'il y a un produit chimique sur le rebord du paquet. (sub.)
- e) A cause d'un principe chimique. (gen.)

19-(Domaine: Astronomie)

Qu'est-ce qui cause les marées ?

- a) C'est la variation de la hauteur de la mer. (ver.)
- b) Ce sont les vagues qui sont plus ou moins hautes dans l'océan. (exp. pr.)
- c) C'est la contraction ou la dilatation de l'eau de mer. (sub.)
- d) C'est la force d'attraction de la lune qui agit sur l'océan. (sci.)
- e) C'est un effet de la force de gravitation. (gén.)

20-(Domaine: Aérodynamique)

Si on laisse une bicyclette en plein soleil, les pneus peuvent crever. Pourquoi?

- a) Parce que le caoutchouc des pneus est sensible au soleil. (sub.)
- b) Parce que le soleil peut causer une crevaison. (ver.)
- c) Parce que le soleil augmente la température de pneus. (gén.)
- d) Parce que l'augmentation de la température fait augmenter la pression dans les pneus. (sci.)
- e) Parce que les rayons du soleil peuvent transpercer les pneus. (exp. pr.)

21-(Domaine: Thermodynamique)

Quand on sort d'un bain ou d'une douche, on a un peu froid même si la salle de bain est bien chauffée. Pourquoi ?

- a) Parce que l'eau n'est jamais aussi chaude que l'air. (exp. pr.)
- b) Parce que l'évaporation de l'eau cause une baisse de la température. (sci.)
- c) Parce que les molécules d'eau agissent sur la peau du corps. (gén.)
- d) Parce que le corps humain ressent une baisse de température. (ver.)
- e) Parce que le savon rend la peau du corps un peu plus froide. (sub.)

22-(Domaine: Optique et acoustique)

Comment une cassette permet-elle d'entendre de la musique ?

- a) Le ruban est fait d'un plastique spécial. (sub.)
- b) La cassette produit des ondes sonores. (gén.)
- c) Le déplacement du ruban produit un son. (exp. pr.)
- d) La musique est enregistrée sur la cassette. (ver.)
- e) La musique est codée en petits champs magnétiques sur le ruban. (sci.)

23-(Domaine: Mécanique classique)

Un oeuf ne flotte pas dans l'eau pure, mais il flotte dans l'eau salée. Pourquoi ?

- a) Parce que l'eau salée est plus dense que l'eau pure. (sci.)
- b) Parce que l'eau salée rend l'oeuf plus léger. (exp. pr.)
- c) Parce que le sel améliore la flottaison. (ver.)
- d) Parce que le sel aide certains objets à flotter. (gén.)
- e) Parce que l'eau salée est un composé chimique différent de l'eau pure. (sub.)

24-(Domaine: Géologie et météorologie)

Qu'est-ce qui cause le vent ?

- a) C'est le souffle de l'air. (gén.)
- b) C'est le mouvement des nuages. (exp.pr.)
- c) C'est un mélange des gaz de l'atmosphère. (sub.)
- d) Des différences de pression dans l'atmosphère. (sci.)
- e) C'est un mélange d'énergie dans l'atmosphère. (gén.)

25-(Domaine: Électromagnétisme)

Comment les sons peuvent-ils se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio ?

- a) La station de radio émet à une très grande puissance. (exp. pr.)
- b) A cause des ondes. (gén.)
- c) Il y a des émissions d'ondes radio. (ver.)
- d) L'air transmet les ondes sonores. (sub.)
- e) La station envoie des ondes que notre poste transforme en sons. (sci.)

26-(Domaine: Chimie-physique)

Comment fonctionne une bombe atomique ?

- a) Elle fonctionne d'après le même principe qu'un volcan. (exp. pr.)
- b) Elle contient des atomes qui se séparent ou se rassemblent. (sci.)
- c) Elle dégage une énorme quantité d'énergie. (gén.)
- d) Elle produit une énorme explosion. (ver.)
- e) Elle contient une sorte de dynamite très puissante. (sub.)

27-(Domaine: Chimie)

Pourquoi faut-il mettre de l'essence dans une automobile ?

- a) Pour qu'elle puisse aller vite. (exp. pr.)
- b) Parce que c'est l'explosion de l'essence qui fait tourner le moteur. (sci.)
- c) A cause de l'énergie. (gén.)
- d) C'est comme une personne qui boit. (ver.)
- e) Parce que c'est un liquide spécial. (sub.)

28-(Domaine: Astronomie)

Qu'est-ce qui cause une éclipse de soleil ?

- a) La présence de gaz très denses dans l'atmosphère terrestre. (sub.)
- b) Une position spéciale des astres dans le système solaire. (gén.)
- c) Un obstacle au passage de la lumière. (ver.)
- d) Le passage de la lune entre la terre et le soleil. (sci.)
- e) Une brusque diminution de l'énergie solaire. (exp. pr.)

29-(Domaine: Aérodynamique)

On place un morceau de papier journal dans un verre. On fait pénétrer le verre dans l'eau la tête en bas. Le papier ne sera pas mouillé. Pourquoi ?

- a) A cause de la pression. (gén.)
- b) Parce qu'il ne se produit pas d'absorption. (ver.)
- c) Parce que le verre est fait d'un matériau imperméable. (sub.)
- d) Parce que le papier journal ne s'imbibe pas d'eau. (exp. pr.)
- e) Parce que l'air contenu dans le verre empêche l'eau de pénétrer. (sci.)

30-(Domaine: Thermodynamique)

Pourquoi une bouteille thermos permet-elle de garder un breuvage chaud pendant plusieurs heures ?

- a) Parce que le revêtement intérieur de la bouteille réfléchit les ondes de chaleur vers l'intérieur. (sci.)
- b) Parce qu'une bouteille thermos est faite d'un plastique très résistant. (sub.)
- c) Parce qu'une bouteille thermos permet de garder la température constante. (ver.)
- d) Parce que c'est une sorte de bouteille qui se bouche très bien. (exp. pr.)
- e) Parce que la bouteille thermos empêche l'échange d'énergie. (gén.)

31-(Domaine: Optique et acoustique)

Lorsqu'on trempe une partie d'une cuiller ou d'une règle dans un verre d'eau, elles paraissent déformées ou crochies. Pourquoi ?

- a) Parce que le trajet de la lumière est dévié par l'eau. (sci.)
- b) Parce qu'il se produit une illusion. (gén.)
- c) Parce que l'eau exerce une force sur la cuiller ou la règle. (exp. pr.)
- d) Parce qu'il semble y avoir une déformation. (ver.)
- e) Parce que l'eau modifie la composition de la cuiller ou de la règle. (sub.)

32-(Domaine: Mécanique classique)

Il est facile de faire tourner un oeuf cuit dur sur lui-même. Il est beaucoup plus difficile de faire tourner un oeuf cru. Pourquoi ?

- a) Parce que l'oeuf cru n'est pas aussi solide que l'oeuf cuit dur. (exp. pr.)
- b) Parce que l'intérieur de l'oeuf cru n'est pas solide. (gén.)
- c) Parce que la rotation ne se fait pas de la même façon. (ver.)
- d) Parce que la composition chimique de la substance à l'intérieur de l'oeuf change quand on le fait cuire. (sub.)
- e) Parce que dans un oeuf cru, ce n'est pas toute la masse qui se met à tourner. (sci.)

33-(Domaine: Mécanique classique)

Si on laisse tomber une boule de fer, elle ne rebondit pas. Pourquoi ?

- a) Parce que l'énergie est presque toute dissipée en chaleur. (sci.)
- b) Parce que ce n'est pas une balle en caoutchouc. (gén.)
- c) Parce qu'il ne se produit pas de mouvement vers le haut après la chute. (ver.)
- d) Parce que le fer est formé d'atomes de très grande densité. (sub.)
- e) Parce qu'une boule de fer est très lourde. (exp. pr.)

34-(Domaine: Géologie et météorologie)

Qu'est-ce qui cause la pluie ?

- a) Ce sont les nuages qui s'ouvrent pour laisser tomber l'eau. (exp. pr.)
- b) C'est la condensation de l'eau en gouttes suffisamment grosses. (sci.)
- c) C'est la réaction entre l'hydrogène et l'oxygène dans l'atmosphère. (sub.)
- d) C'est l'humidité de l'atmosphère. (gén.)
- e) C'est une forme de précipitation. (ver.)

35-(Domaine: Electromagnétisme)

Comment une calculatrice peut-elle effectuer des opérations mathématiques ?

- a) C'est un appareil électronique. (ver.)
- b) Il y a des piles électriques ou une cellule solaire. (exp. pr.)
- c) Elle contient des circuits qui codent les nombres en impulsions électriques. (sci.)
- d) Il y a du courant électrique qui se transmet à l'intérieur. (gén.)
- e) Elle contient du silicium, un semi-conducteur. (sub.)

36-(Domaine: Chimie-physique)

Si on le dépose doucement, un trombone peut tenir à la surface de l'eau. Pourquoi ?

- a) Parce qu'un trombone est très léger. (exp.pr.)
- b) C'est un phénomène de flottaison. (ver.)
- c) Parce que l'eau est un liquide spécial qui peut retenir des objets à sa surface. (sub.)
- d) Parce qu'il y a des forces en présence. (gén.)
- e) Parce que la force d'attraction entre les molécules d'eau équilibre le poids du trombone. (sci.)

37-(Domaine: Chimie)

Pourquoi une gomme à effacer peut-elle effacer des lettres écrites au crayon ?

- a) A cause du frottement. (exp. pr.)
- b) Parce que les particules laissées par le crayon collent à la gomme à effacer. (sci.)
- c) Parce que la gomme à effacer et le crayon sont comme une brosse et de la craie. (ver.)
- d) Parce que la gomme à effacer est faite d'un matériau spécial. (sub.)
- e) A cause de l'adhérence.

38-(Domaine: Astronomie)

Pourquoi voit-on parfois des étoiles filantes dans le ciel ?

- a) Parce que certaines étoiles avancent vite dans le ciel. (ver.)
- b) Parce qu'il y a des étoiles qui se déplacent brusquement. (exp.pr.)
- c) Parce qu'il y a de petits nuages de gaz qui explosent dans l'atmosphère pendant certaines nuits. (sub.)
- d) Parce qu'il y a des roches qui brûlent en pénétrant l'atmosphère terrestre. (sci.)
- e) Parce qu'il y a des corps célestes qui se déplacent près de la terre. (gén.)

39-(Domaine: Aérodynamique)

Au sommet d'une haute montagne, il est plus difficile de respirer qu'au niveau de la mer.

Pourquoi ?

- a) Parce qu'il y a moins d'oxygène. (sci.)
- b) Parce que le système respiratoire ne fonctionne pas aussi bien. (ver.)
- c) Parce qu'il y a des gaz nocifs au sommet des montagnes. (sub.)
- d) Parce que l'air change avec l'altitude. (gén.)
- e) Parce qu'il vente très fort. (exp. pr.)

40-(Domaine: Thermodynamique)

On fait chauffer un élément d'une cuisinière au plus fort. Il devient rouge. Pourquoi ?

- a) Parce que l'élément émet de l'énergie. (gén.)
- b) Parce que l'élément est fait d'un composé spécial qui devient rouge sous l'action de la chaleur. (sub.)
- c) Parce que la chaleur intense a une couleur rouge. (exp.pr.)
- d) Parce que l'élément devient comme de la braise dans un feu. (ver.)
- e) Parce que l'élément émet sous forme de lumière une partie de l'énergie qu'il reçoit. (sci.)

41-(Domaine: Chimie)

Comment l'accumulateur ("batterie") d'une voiture peut-il produire du courant électrique ?

- a) Il se produit une réaction chimique à l'intérieur de l'accumulateur. (gén.)
- b) L'accumulateur contient beaucoup de charges positives et négatives. (sub.)
- c) L'accumulateur est un dispositif qui permet l'alimentation en électricité. (ver.)
- d) La réaction à l'intérieur de l'accumulateur est liée au déplacement de charges électriques. (sci.)
- e) Il y a un côté positif et un côté négatif. (exp. pr.)

42-(Domaine: Optique et acoustique)

Pourquoi peut-on se voir dans un miroir ?

- a) Parce qu'un miroir est une vitre recouverte d'un produit spécial. (sub.)
- b) A cause des rayons lumineux. (gén.)
- c) Parce que la lumière qui provient de notre corps est réfléchiée par le miroir. (sci.)
- d) Parce qu'un miroir est un peu comme une flaque d'eau. (ver.)
- e) Parce que la surface du miroir est très lisse. (exp. pr.)

43-(Domaine: Mécanique classique)

Pourquoi les routes sont-elles glissantes quand il pleut ?

- a) Parce que l'asphalte des routes contient un produit qui devient glissant au contact de l'eau. (sub.)
- b) Parce que l'eau réduit l'adhérence des roues. (gén.)
- c) Parce que l'eau devient comme une sorte de couche d'huile. (ver.)
- d) Parce qu'une partie des gouttes de pluie se transforme en glace. (exp. pr.)
- e) Parce qu'il se forme sous les roues une petite couche d'eau qui réduit la friction. (sci.)

44-(Domaine: Géologie et météorologie)

L'eau de mer gèle à une température beaucoup plus basse que l'eau des lacs. Pourquoi ?

- a) Parce que l'eau salée gèle à une température plus basse que l'eau douce. (sci.)
- b) Parce qu'il y a une différence dans la quantité d'énergie calorifique. (gén.)
- c) Parce que l'eau des lacs contient plus de matière végétale. (sub.)
- d) Parce qu'il y a une différence entre les températures de congélation. (ver.)
- e) Parce qu'il y a des vagues beaucoup plus grosses dans la mer. (exp. pr.)

45-(Domaine: Électromagnétisme)

Comment le téléphone transmet-il les voix ?

- a) Le son passe par le fil du téléphone. (exp. pr.)
- b) Le récepteur du téléphone est fait d'un matériau qui absorbe les sons. (sub.)
- c) Le réseau téléphonique est alimenté en électricité. (gén.)
- d) Le téléphone transforme les sons en courant électrique. (sci.)
- e) Le téléphone permet la transmission sonore. (ver.)

46-(Domaine: Chimie-physique)

Quand on prend une douche ou un bain, le miroir de la salle de bain se couvre de buée.

Pourquoi ?

- a) Parce que la vapeur d'eau se condense en petites gouttes sur les surfaces plus froides que l'air. (sci.)
- b) Parce qu'il se forme de petites gouttes d'eau sur le miroir. (ver.)
- c) Parce que le miroir attire la vapeur d'eau. (exp. pr.)
- d) Parce qu'il se produit un changement d'état de l'eau. (gén.)
- e) Parce que le miroir est recouvert d'un produit qui réagit avec l'humidité de l'air. (sub.)

47-(Domaine: Chimie)

Pourquoi un clou en fer rouille-t-il ?

- a) Parce que c'est une propriété du fer. (ver.)
- b) Parce qu'il est fait de matériau peu durable. (sub.)
- c) A cause de la pluie. (exp. pr.)
- d) Parce qu'il réagit avec un gaz contenu dans l'air. (sci.)
- e) A cause d'une réaction chimique. (gén.)

48-(Domaine: Astronomie)

Sur la lune, on ne pourrait entendre aucun son. Pourquoi ?

- a) Parce que la lune est un astre mort. (exp. pr.)
- b) Parce qu'il y a un silence continu. (ver.)
- c) A cause des ondes sonores. (gén.)
- d) Parce qu'il faut porter un équipement qui empêche d'entendre. (sub.)
- e) Parce qu'il n'y a pas d'atmosphère pour transmettre le son. (sci.)

49-(Domaine: Aérodynamique)

Comment un aspirateur peut-il ramasser la poussière ?

- a) Une pompe abaisse la pression à l'intérieur. (sci.)
- b) C'est comme un balai très rapide. (ver.)
- c) Il y a un changement de pression. (gén.)
- d) Il produit un gaz qui attire les particules de poussière. (sub.)
- e) Il produit un souffle puissant. (exp.pr.)

50-(Domaine: Thermodynamique)

Un goutte de colorant se répand plus vite dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

Pourquoi ?

- a) Parce que l'agitation des molécules est plus grande dans l'eau chaude que dans l'eau froide. (sci.)
- b) Parce que l'eau chaude possède une plus grande quantité d'énergie que l'eau froide. (gén.)
- c) Parce que l'eau chaude est moins dense que l'eau froide. (exp. pr.)
- d) Parce que l'eau chaude se colore plus facilement que l'eau froide. (ver.)
- e) Parce que la chaleur cause la formation d'une substance qui favorise la dissipation des molécules. (sub.)

51-(Domaine: Optique et acoustique)

Le sable mouillé paraît toujours plus foncé que le sable sec. Pourquoi ?

- a) Parce que la propagation de la lumière est modifiée. (gén.)
- b) Parce que le sable contient une substance qui devient foncée au contact de l'eau. (sub.)
- c) Parce que le sable mouillé ne réfléchit pas la lumière aussi bien que le sable sec. (sci.)
- d) Parce que l'eau change l'apparence du sable. (ver.)
- e) Parce que l'eau a une teinte légèrement bleue. (exp. pr.)

52- (Domaine: Mécanique classique)

Si on laisse tomber une petite bille de plomb et une grosse bille de plomb du haut d'un édifice, elles arrivent au sol en même temps. Pourquoi ?

- a) A cause de l'attraction de la Terre. (gén.)
- b) Parce que le plomb a la même densité dans les deux billes. (sub.)
- c) Parce que l'accélération de la gravité est la même pour les deux billes. (sci.)
- d) Parce que la vitesse de leur chute vers le sol est la même. (ver.)
- e) Parce que les deux billes ont à peu près la même pesanteur. (exp. pr.)

53-(Domaine: Géologie et météorologie)

Il est dangereux de se mettre à l'abri sous un grand arbre pendant un orage. Pourquoi ?

- a) Parce que les arbres attirent la foudre. (exp. pr.)
- b) Parce que l'arbre peut servir au passage de violentes décharges électriques. (sci.)
- c) Parce que ce n'est pas un endroit sûr. (ver.)
- d) A cause des éclairs et du tonnerre. (gén.)
- e) Parce que la sève des arbres devient électriquement chargée. (sub.)

54-(Domaine: Électromagnétisme)

Un ballon de baudruche frotté contre un chandail de laine colle à un mur. Pourquoi ?

- a) Parce que le frottement charge le ballon qui attire tout objet neutre. (sci.)
- b) Parce qu'il est léger et ne tombe pas. (exp. pr.)
- c) Parce que la laine produit une force d'attraction entre le ballon et le mur. (gén.)
- d) Parce que le caoutchouc devient collant quand il est réchauffé. (sub.)
- e) Parce qu'il y a une adhérence entre le ballon et le mur. (ver.)

55-(Domaine: Chimie-physique)

Vers la fin de l'hiver, on voit souvent des trous et des bosses dans le revêtement d'asphalte des rues. Pourquoi ?

- a) Parce qu'il s'est produit une déformation du revêtement. (ver.)
- b) Parce que l'eau qui s'infiltre dans l'asphalte et qui gèle occupe un plus grand volume et la brise. (sci.)
- c) Parce que le poids de la neige et de la glace a brisé l'asphalte. (sub.)
- d) Parce qu'il s'est produit des changements de température. (gén.)
- e) Parce que les camions qui enlèvent la neige ont brisé l'asphalte. (exp. pr.)

56-(Domaine: Chimie)

Certains liquides peuvent aider à enlever la peinture ou le vernis. Pourquoi ?

- a) Parce que ces liquides sont des décapants. (ver.)
- b) Parce que ces liquides réagissent avec la peinture ou le vernis et forment un composé plus souple. (sci.)
- c) Parce que ce sont des liquides très forts. (exp. pr.)
- d) Parce qu'il se produit une réaction chimique. (gén.)
- e) Parce que ces liquides contiennent des produits spéciaux. (sub.)

57-(Domaine: Astronomie)

Sur la Lune, tout est six fois moins lourd que sur la Terre. Pourquoi ?

- a) Parce qu'il y a une variation de poids. (ver.)
- b) Parce que la Lune est pleine de trous. (exp. pr.)
- c) Parce que la Lune n'est pas faite des mêmes minéraux que la Terre. (sub.)
- d) A cause de la force de gravitation. (gén.)
- e) Parce que la Lune attire les objets moins fortement que la Terre. (sci.)

58-(Domaine: Aérodynamique)

Pourquoi un parachute ralentit-il la chute vers le sol ?

- a) Parce qu'il permet un mouvement moins rapide. (ver.)
- b) Parce que la toile du parachute est pleine de petites bulles d'air. (sub.)
- c) Parce que l'air agit sur la toile du parachute. (gén.)
- d) Parce qu'il est fait d'une toile très légère. (exp. pr.)
- e) Parce que la grande surface de la toile augmente la friction avec l'air. (sci.)

59-(Domaine: Thermodynamique)

On ouvre une fenêtre en plein hiver. On sent d'abord l'air froid au niveau du plancher avant de le sentir plus haut. Pourquoi ?

- a) Parce que les particules de froid sont plus lourdes que les particules de chaleur. (sub.)
- b) Parce que l'air froid se déplace verticalement de bas en haut. (ver.)
- c) Parce que l'air froid est plus dense que l'air chaud. (sci.)
- d) Parce que le plancher est toujours la partie la plus froide d'une pièce. (exp. pr.)
- e) Parce que le déplacement de l'énergie calorifique se fait de bas en haut. (gén.)

60-(Domaine: Optique et acoustique)

Une goutte d'huile qu'on dépose à la surface de l'eau forme une tache de plusieurs couleurs. Pourquoi ?

- a) Parce que l'huile agit sur les rayons de lumière. (gén.)
- b) Parce que la couleur réfléchiée dépend de l'épaisseur de la tache à un endroit. (sci.)
- c) Parce que l'huile est un liquide multicolore. (exp.pr.)
- d) Parce que l'huile répandue est comme une bulle de savon. (ver.)
- e) Parce que l'huile est un mélange de plusieurs composés qui ont chacun une couleur différente (sub.)

61-(Domaine: Mécanique classique)

Comment un sous-marin peut-il descendre ou monter dans l'eau ?

- a) En faisant diminuer ou augmenter sa flottabilité. (gén.)
- b) En faisant augmenter ou diminuer sa densité au moyen de réservoirs d'eau. (sci.)
- c) A l'aide d'un liquide spécial qui est plus ou moins comprimé. (sub.)
- d) En faisant comme un poisson qui descend ou monte dans l'eau. (ver.)
- e) Avec un moteur qui le propulse vers le bas ou vers le haut. (exp. pr.)

62-(Domaine: Géologie et météorologie)

Si l'on mouille un doigt et qu'on le tient en l'air, on peut savoir de quel côté vient le vent. Pourquoi ?

- a) Parce que le doigt agit comme une girouette sous l'influence du vent. (ver.)
- b) Parce que l'air est attiré par l'eau. (exp. pr.)
- c) Parce que l'eau s'évapore du côté d'où vient le vent, produisant une sensation de fraîcheur. (sci.)
- d) Parce qu'il se produit une évaporation sur le doigt. (gén.)
- e) Parce que l'eau est un liquide qui agit comme un indicateur. (sub.)

63-(Domaine: Électromagnétisme)

Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse. Pourquoi ?

- a) Parce que le radar permet de voir à travers la brume. (exp. pr.)
- b) Parce que le radar fonctionne à partir d'ondes. (gén.)
- c) Parce que le radar capte les gaz émis par les moteurs des avions. (sub.)
- d) Parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies. (sci.)
- e) Parce que le radar est connu pour situer tous les objets volants. (ver.)

64-(Domaine: Chimie-physique)

Si l'on brasse une canette de boisson gazeuse, une bonne partie du liquide s'échappe en giclant quand on l'ouvre. Pourquoi ?

- a) Parce qu'il y a une augmentation de l'énergie. (gén.)
- b) Parce que le liquide à l'intérieur de la canette est en mouvement rapide. (exp. pr.)
- b) Parce que l'agitation favorise la production d'un gaz et augmente la pression.
- d) Parce que l'on cause une agitation en brassant la canette. (ver.)
- e) Parce qu'il se produit une réaction chimique avec le sucre contenu dans le liquide. (sub.)

65-(Domaine : Chimie)

On place un pot renversé par-dessus une chandelle allumée. La chandelle s'éteint rapidement. Pourquoi ?

- a) Parce que cela cause une extinction de la chandelle. (ver .)
- b) Parce que le pot nuit à la combustion. (gén.)
- c) Parce qu'il ne reste plus de gaz nécessaire pour que la chandelle brûle. (sci .)
- d) Parce que le verre dont est fait le pot empêche la chandelle de brûler. (sub .)
- e) Parce qu'il faut un peu de vent pour que la chandelle brûle. (exp .)

66-(Domaine : Astronomie)

Pourquoi y a-t-il des jours et des nuits ?

- a) Parce que le soleil se couche chaque soir et se lève chaque matin. (ver.)
- b) Parce que tous les corps célestes sont en rotation . (gén.)
- c) Parce que la Terre tourne sur elle-même. (sci.)
- d) Parce que le soleil tourne autour de la Terre. (exp. pr.)
- e) Parce que la Terre est entourée d'une atmosphère. (sub.)

67-(Domaine : Chimie)

Pourquoi faut-il mettre de l'essence dans une motocyclette ?

- a) Parce qu'elle va aller plus vite. (gén.)
- b) Parce que l'explosion de l'essence la fait fonctionner. (sci.)
- c) A cause de l'énergie. (gén.)
- d) C'est comme une personne qui a soif. (ver.)
- e) Parce que l'essence est un liquide très spécial. (sub.)

68-(Domaine : Aérodynamique)

Pourquoi un cerf-volant peut-il voler dans les airs ?

- a) Parce que le déplacement de l'air crée une poussée vers le haut. (sci.)
- b) Parce qu'il est très léger. (exp. pr.)
- c) Parce qu'il est fait d'une toile spéciale qui est entraînée par le vent. (sub.)
- d) Parce qu'il y a une élévation dans l'air. (ver.)
- e) Parce qu'une force le maintient à une certaine altitude. (gén.)

69-(Domaine : Thermodynamique)

On place un verre rempli d'eau à un endroit chaud. Quelques heures plus tard, on observe de petites bulles d'air dans l'eau du verre. Pourquoi ?

- a) Parce que l'eau chaude peut contenir moins d'air en solution que l'eau froide. (sci.)
- b) Parce qu'il y a un lien entre la température et la solubilité. (gén.)
- c) Parce que l'élévation de la température entraîne la formation de bulles d'air. (ver.)
- d) Parce que la chaleur favorise la réaction chimique de certaines substances dissoutes dans l'eau. (sub.)
- e) Parce que la chaleur permet à l'air de se mélanger à l'eau. (exp. pr.)

70-(Domaine : Mécanique classique)

Il est difficile de faire tourner un oeuf cru sur lui-même, mais il est beaucoup plus facile de le faire avec un oeuf cuit dur. Pourquoi ?

- a) Parce que l'oeuf cuit dur est plus solide que l'oeuf cru. (exp. pr.)
- b) Parce que l'intérieur de l'oeuf cuit dur est solide. (gén.)
- c) Parce que la rotation ne se fait pas de la même façon. (ver.)
- d) Parce que la composition chimique de la substance à l'intérieur de l'oeuf change durant la cuisson. (sub.)
- e) Parce que dans un oeuf cru, ce n'est pas toute la masse qui tourne sur elle-même. (sci.)

71-(Domaine : Optique et acoustique)

On dit parfois qu'on peut entendre le bruit des vagues dans un coquillage. Comment cela se fait-il ?

- a) Il se produit un phénomène sonore. (ver.)
- b) Le coquillage vient du bord de la mer. (exp. pr.)
- c) Le coquillage contient une petite quantité de gaz qui s'échappe. (sub.)
- d) Le coquillage amplifie les bruits ambiants et produit un léger murmure. (sci.)
- e) Le coquillage favorise la transmission des ondes sonores. (gén.)

72-(Domaine : Mécanique classique)

Un bateau passe devant toi sur un lac calme. Quelques minutes plus tard, de petites vagues se forment sur la rive. Pourquoi ?

- a) Parce que le passage du bateau a formé une onde de déplacement de l'eau. (sci.)
- b) Parce que les gaz d'échappement du moteur du bateau sont rejetés dans l'eau. (sub.)
- c) Parce qu'une ondulation s'est créée à la surface du lac. (ver.)
- d) Parce que le passage du bateau a créé un courant d'air au-dessus de l'eau. (exp. pr.)
- e) Parce que le bateau a déplacé l'eau. (gén.)

73-(Domaine : Géologie et météorologie)

Un biscuit sablé laissé hors de sa boîte ramollit tandis que ceux qui sont dans la boîte restent croquants. Pourquoi ?

- a) Parce que le papier d'emballage de la boîte est recouvert d'un agent de conservation. (sub.)
- b) Parce que le biscuit qui reste hors de la boîte commence à moisir. (exp. pr.)
- c) Parce que le biscuit laissé hors de la boîte absorbe l'humidité de l'air. (sci.)
- d) Parce que la composition de l'air n'est pas la même. (gén.)
- e) Parce que la boîte permet aux biscuits de bien se conserver. (ver.)

74-(Domaine : Electromagnétisme)

Un barrage sur une rivière peut servir à produire de l'électricité. Pourquoi ?

- a) Parce que l'eau est un liquide qui contient un grand nombre de charges positives et négatives. (sub.)
- b) Parce que le courant de l'eau fait tourner des turbines qui produisent du courant électrique. (sci.)
- c) Parce que le barrage est une station hydro-électrique. (ver.)
- d) Parce que la pression de l'eau sur le barrage crée un courant électrique. (exp. pr.)
- e) Parce qu'il y a un courant très fort sous le barrage. (gén.)

75-(Domaine-physique)

Qu'arrive-t-il au sucre que l'on brasse dans l'eau bouillante ?

- a) Le sucre se dissout dans l'eau et devient invisible. (sci.)
- b) Ses molécules sont transformées. (gén.)
- c) Le sucre se transforme en substance liquide. (sub.)
- d) Le sucre subit un changement. (ver.)
- e) Le sucre disparaît. (exp. pr.)

76-(Domaine : Chimie)

Comment un appareil de photo peut-il enregistrer une image sur un film ?

- a) Il se produit une réaction chimique. (gén.)
- b) Il y a un produit lumineux et multicolore sur le film. (sub.)
- c) Il y a un moteur très rapide qui dessine sur le film. (exp.)
- d) Il y a un dispositif qui fait un enregistrement instantané de l'image. (ver.)
- e) Le film est recouvert de produits qui réagissent sous l'action de la lumière. (sci.)

77- (Domaine : Astronomie)

Pourquoi les rayons du soleil sont-ils moins chauds en hiver ?

- a) Parce que les rayons du soleil frappent la Terre avec une inclinaison plus grande . (sci.)
- b) Parce que les jours sont moins longs en hiver que durant les autres saisons. (exp. pr.)
- c) Parce que les rayons du soleil n'éclairent pas de la même façon. (gén.)
- d) Parce que l'atmosphère de la terre est refroidie par la neige et la glace situées au sol. (sub.)
- e) Parce qu'on reçoit moins de chaleur des rayons du soleil. (ver.)

78-(Domaine: Aérodynamique)

On souffle un ballon de baudruche et on le lâche. Il se déplace rapidement dans les airs pendant quelques secondes. Pourquoi ?

- a) Parce qu'il est soumis à un mouvement très rapide. (ver.)
- b) Parce que l'air est un gaz de faible densité qui se déplace très rapidement. (sub.)
- c) Parce qu'il est très léger. (exp. pr.)
- d) Parce que l'air qui sort cause un mouvement du ballon dans la direction opposée. (sci.)
- e) Parce que le ballon est soumis à une force. (gén.)

79- (Domaine: Thermodynamique)

Dans un four à micro-ondes, on peut faire réchauffer un bol de soupe en quelques secondes seulement. Comment cela se fait-il ?

- a) Parce que le four à micro-ondes se remplit d'un gaz à haute température quand la porte est fermée. (sub.)
- b) Parce que le four émet un faisceau d'ondes à haute énergie. (gén.)
- c) Parce que le four à micro-ondes contient des éléments chauffants très efficaces. (exp. pr.)
- d) Parce que l'élévation de la température des aliments se fait très rapidement. (ver.)
- e) Parce que le four émet des ondes qui augmentent l'agitation des molécules des aliments. (sci.)

80-(Domaine: Optique et acoustique)

Si l'on enferme une mouche dans un petit sac en papier brun, on peut entendre le bruit de ses pas. Comment cela se fait-il ?

- a) Le son est amplifié. (gén.)
- b) Une onde sonore se déplace du sac jusqu'aux oreilles de la personne qui écoute. (ver.)
- c) La mouche se débat violemment pour s'échapper du sac. (exp. pr.)
- d) Le papier brun contient des fibres végétales qui transmettent bien le son. (sub.)
- e) Le sac en papier vibre et augmente le volume du son. (sci.)

81-(Domaine: Mécanique classique)

Si l'on essaie de comprimer l'eau contenue dans une éprouvette en pressant sur le bouchon, on fait éclater l'éprouvette. Pourquoi ?

- a) A cause d'un phénomène de pression. (gén.)
- b) Parce que le caoutchouc du bouchon est élastique et amplifie la force. (sub.)
- c) Parce que la pression appliquée sur le bouchon cause une explosion de l'éprouvette. (ver.)
- d) Parce que la pression sur le bouchon se transmet à toute la surface de l'éprouvette. (sci.)
- e) Parce que nos doigts exercent une pression très forte. (exp. pr.)

82-(Domaine: Géologie et météorologie)

Pendant un orage, on voit les éclairs avant d'entendre le tonnerre. Pourquoi ?

- a) Parce que les éclairs sont beaucoup plus puissants que le tonnerre. (exp. pr.)
- b) Parce que la pluie ralentit la propagation du son. (sub.)
- c) Parce que les yeux perçoivent la lumière avant que les oreilles n'entendent le son. (ver.)
- d) Parce qu'il y a une différence dans les vitesses. (gén.)
- e) Parce que la lumière se déplace plus vite que le son. (sci.)

83-(Domaine: Électromagnétisme)

On place une boussole près d'un fil qui conduit de l'électricité. L'aiguille est déviée vers le fil. Pourquoi ?

- a) Parce qu'il se produit une déviation des instruments de mesure du champ magnétique. (ver.)
- b) Parce que le courant électrique cause un champ magnétique. (sci.)
- c) Parce que la boussole contient un liquide ou un gaz qui devient magnétique près d'un courant électrique. (sub.)
- d) Parce que l'électricité circule en direction du pôle nord de la terre. (exp. pr.)
- e) Parce que l'électricité et le magnétisme sont des phénomènes qui sont reliés. (gén.)

84-(Domaine: Chimie-physique)

On répand parfois du sel sur les routes en hiver. Pourquoi ?

- a) Parce que le sel empêche de glisser. (exp. pr.)
- b) Parce que le sel agit comme du sable, mais il est plus propre. (ver.)
- c) Parce que l'eau salée gèle à une température plus basse que l'eau pure. (sci.)
- d) Parce que le sel a un effet sur la glace. (gén.)
- e) Parce que le sel fondu est un liquide qui augmente l'adhérence des pneus. (sub.)

85- (Domaine: Chimie)

Quand on verse du vinaigre sur du soda (bicarbonate de sodium) , il se forme une mousse qui pétille. Pourquoi ?

- a) Parce que le vinaigre contient un gaz qui s'échappe. (sub.)
- b) Parce qu'il se produit une réaction chimique entre le vinaigre et le soda. (gén.)
- c) Parce que la réaction entre le vinaigre et le soda produit un gaz. (sci.)
- d) Parce que le soda absorbe le vinaigre très rapidement. (exp. pr.)
- e) Parce que le vinaigre agit comme un savon puissant au contact du soda. (ver.)

86-(Domaine: Astronomie)

Pourquoi la lune est-elle recouverte de cratères ?

- a) Parce qu'il n'y a pas d'atmosphère pour brûler les roches qui atteignent la lune. (sci.)
- b) Parce que la lune est très vieille. (exp. pr.)
- c) Parce que la lune est recouverte d'un matériau poreux. (sub.)
- d) Parce qu'il y a beaucoup de cavités circulaires sur la lune. (ver.)
- e) A cause de petits débris qui se déplacent dans l'atmosphère. (gén.)

87-(Domaine: Aérodynamique)

Pourquoi une pièce de monnaie tombe-t-elle plus vite vers le sol qu'une feuille de papier ?

- a) Parce que la vitesse de chute de ces corps est différente. (ver.)
- b) A cause de facteurs qui influencent la chute. (gén.)
- c) Parce que la pièce de monnaie est plus lourde que la feuille de papier. (exp. pr.)
- d) Parce que le papier est un matériau beaucoup moins dense que le métal. (sub.)
- e) Parce que la friction de l'air ralentit plus le papier que la pièce de monnaie. (sci.)

88-(Domaine: Thermodynamique)

Pourquoi les aliments cuisent-ils plus vite dans un autoclave (presto) que dans une casserole ordinaire ?

- a) Parce que l'autoclave est conçu pour permettre une cuisson plus rapide des aliments. (ver.)
- b) Parce que le couvercle est bien fermé. (exp. pr.)
- c) Parce que la pression plus grande permet une température plus élevée. (sci.)
- d) Parce que l'autoclave est fait d'un métal plus lourd qui conduit bien la chaleur. (sub.)
- e) Parce que la pression est plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur. (gén.)

89-(Domaine: Optique et acoustique)

On colorie une rondelle de carton de plusieurs couleurs. On la fait tourner très vite sur elle-même. Elle va paraître blanche. Pourquoi ?

- a) Parce que la rotation cause le mélange des couleurs. (gén.)
- b) Parce que la couleur blanche est un mélange de plusieurs couleurs. (sci.)
- c) Parce que toutes les couleurs sont faites à partir d'un liquide blanc. (sub.)
- d) Parce qu'il reste toujours de petits espaces blancs sur le carton. (exp. pr.)
- e) Parce que la rotation du carton rend la couleur uniforme. (ver.)

90-(Domaine: Mécanique classique)

Si on laisse tomber une boule de plomb, elle ne rebondit pas. Pourquoi ?

- a) Parce que l'énergie de l'impact est presque toute dissipée en chaleur. (sci.)
- b) Parce que la transmission de l'impact ne se fait pas comme dans une balle de caoutchouc. (gén.)
- c) Parce qu'il ne se produit pas de mouvement vers le haut après la chute. (ver.)
- d) Parce que le plomb est fait d'atomes de très grande densité. (sub.)
- e) Parce qu'une boule de plomb est très lourde. (exp. pr.)

91-(Domaine: Géologie et météorologie)

En hiver, lorsque le ciel est nuageux, il fait souvent moins froid que lorsque le ciel est dégagé. Pourquoi ?

- a) Parce qu'il y a plus d'humidité dans l'air. (sub.)
- b) Parce que les nuages empêchent la chaleur de s'échapper vers la haute atmosphère. (sci.)
- c) Parce que la température est plus élevée. (ver.)
- d) Parce que la chaleur ne se propage pas de la même façon. (gén.)
- e) Parce qu'il vente moins fort quand c'est nuageux. (exp.pr.)

92-(Domaine: Électromagnétisme)

Pourquoi les rayons X permettent-ils aux médecins de voir à l'intérieur du corps ?

- a) Parce que les rayons X agissent chimiquement avec les substances organiques. (sub.)
- b) Parce que ces rayons permettent d'observer les os et les organes internes. (ver.)
- c) Parce que ces rayons passent à travers certains tissus, mais sont arrêtés par d'autres. (sci.)
- d) Parce que ces rayons permettent de prendre des photos en noir et blanc. (exp. pr.)
- e) Parce que ce sont des rayons à haute concentration en énergie. (gén.)

93-(Domaine: Chimie-physique)

Pourquoi le papier essuie-tout absorbe-t-il l'eau ?

- a) Parce que l'eau pénètre à l'intérieur des fibres végétales du papier. (sci.)
- b) Parce qu'il est fait d'un papier souple et absorbant. (exp. pr.)
- c) Parce que l'eau pénètre à l'intérieur du papier essuie-tout. (gén.)
- d) Parce qu'il est recouvert d'un produit qui attire les molécules de tous les liquides. (sub.)
- e) Parce qu'il agit à la manière d'une éponge. (ver.)

94-(Domaine: Chimie)

Comment une pile peut-elle produire du courant électrique ?

- a) Il se produit une réaction chimique à l'intérieur de la pile. (gén.)
- b) Une pile contient des produits riches en charges positives et négatives. (sub.)
- c) La pile est un dispositif qui permet l'alimentation en électricité. (ver.)
- d) La réaction à l'intérieur de la pile est liée au déplacement de charges. (sci.)
- e) Il y a un côté positif et un côté négatif. (exp. pr.)

95-(Domaine Astronomie)

Pourquoi l'Étoile polaire paraît-elle toujours au même endroit dans le ciel ?

- a) Parce que l'Étoile polaire paraît stationnaire. (ver.)
- b) Parce que l'Étoile polaire indique le nord. (exp. pr.)
- c) Parce que les gaz de l'atmosphère causent une illusion d'optique. (sub.)
- d) A cause de la position de la terre. (gén.)
- e) Parce que l'Étoile polaire est située vis-à-vis l'axe de rotation de la terre. (sci.)

96- (Domaine: Aérodynamique)

Les voitures aux formes arrondies consomment en général moins d'énergie que les voitures en formes carrées. Pourquoi ?

- a) Parce que le nombre de kilomètres par litres des voitures aux formes arrondies est plus élevé. (ver.)
- b) Parce que le rendement de voitures aux formes arrondies est supérieur. (gén.)
- c) Parce que les voitures aux formes arrondies sont faites en partie de matières plastiques plus légères. (sub.)
- d) Parce que les voitures aux formes arrondies sont équipées de moteurs plus efficaces. (exp. pr.)
- e) Parce que les formes arrondies opposent moins de résistance à l'air. (sci.)

APPENDICE B

LA LISTE DES ÉNONCÉS DE LA THÈSE DE
DOCTORAT DE MONSIEUR MARCEL THOUIN

1- (Domaine: Thermodynamique)

Au soleil, les vêtements de couleur foncée deviennent plus chauds que les vêtements de couleur pâle

parce que le noir est plus chaud que le blanc. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

2- (Domaine: Optique et acoustique)

Quand il fait beau, le ciel est bleu parce que l'air est bleu. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

3- (Domaine: Mécanique classique)

Un objet qu'on lâche tombe vers le sol à cause d'une force. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

4- (Domaine: Géologique et météorologique)

Les éclairs et le tonnerre pendant un orage sont causés par des échanges d'énergie dans l'atmosphère. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

5- (Domaine: Électromagnétisme)

Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

6- (Domaine: Électromagnétisme)

Une ampoule éclaire parce que c'est comme un soleil miniature. (exp. pr.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

7- (Domaine: Chimie-physique)

Nous pouvons glisser vite sur la glace avec des patins parce qu'il y a de la glace qui fond sous la lame des patins. (sci.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

8- (Domaine: Astronomie)

Votre poids est six fois plus lourd sur la Terre qu'il le serait sur la Lune parce que la Lune est pleine de trous. (exp. pr.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

9- (Domaine: Chimie)

Le papier journal devient un peu jaune après quelques jours parce qu'il y a un produit qui sort du papier. (sub)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

10- (Domaine: Astronomie)

Le soleil se déplace dans le ciel au cours de la journée à cause de la rotation des corps célestes. (gén.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

11- (Domaine: Aérodynamique)

Un ballon à l'air chaud s'élève dans les airs parce qu'il est emporté par le vent. (exp. pr.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

12-(Domaine: Thermodynamique)

On place un verre en papier au-dessus d'une flamme. L'eau va finir par bouillir mais le papier ne brûlera pas parce que les verres en papier sont recouverts d'un produit spécial. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

13-(Domaine: Optique et acoustique)

Une loupe permet de grossir les objets parce qu'elle fait dévier la lumière. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

14-(Domaine: Mécanique classique)

Une bicyclette sans support ne tient pas en équilibre lorsqu'elle est arrêtée. Elle tient en équilibre lorsque quelqu'un pédale dessus parce qu'elle est équilibrée par son mouvement. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

15-(Domaine: Géologie et météorologie)

Il y a parfois des tremblements de terre dans certains pays parce qu'il se produit des vibrations dans le sol. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

16-(Domaine: Électromagnétisme)

Un appareil de télévision produit une image à l'aide d'un jet de charges électriques dirigées par des ondes. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

17-(Domaine: Chimie-physique)

Le savon permet de mieux laver la vaisselle parce qu'il est très propre. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

18-(Domaine: Chimie)

Une allumette de carton s'enflamme quand on la frotte sur le rebord spécial du paquet à cause d'un principe chimique. (gén.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

19-(Domaine: Astronomie)

Les marées sont causées par les vagues qui sont plus ou moins hautes dans l'océan. (exp. pr.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

20-(Domaine: Aérodynamique)

Si on laisse une bicyclette en plein soleil, les pneus peuvent crever parce que les rayons du soleil peuvent transpercer les pneus. (gén.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

21-(Domaine: Thermodynamique)

Quand on sort d'un bain ou d'une douche, on a un peu froid même si la salle de bain est bien chauffée parce que le corps humain ressent une baisse de température. (ver.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

22-(Domaine: Optique et acoustique)

Une cassette permet d'entendre de la musique parce qu'elle produit des ondes sonores. (gén.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

23-(Domaine: Mécanique classique)

Un oeuf ne flotte pas dans l'eau pure, mais il flotte dans de l'eau salée parce que le sel améliore la flottaison. (ver.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

24- (Domaine: Géologie et météorologie)

Le vent est causé par des différences de pression dans l'atmosphère. (sci.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

25-(Domaine: Électromagnétisme)

Les sons peuvent se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio parce que l'air transmet les ondes sonores. (sub.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

26-(Domaine: Chimie-physique)

Une bombe atomique fonctionne parce qu'elle produit une énorme explosion. (ver.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

27-(Domaine: Chimie)

Il faut mettre de l'essence dans une automobile parce que c'est comme une personne qui boit. (ver.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

28-(Domaine: Astronomie)

Une éclipse de soleil se produit à cause d'une position spéciale des astres dans le système solaire. (gén.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

29-(Domaine: Aérodynamique)

On place un morceau de papier journal dans un verre. On fait pénétrer le verre dans l'eau la tête en bas. Le papier ne sera pas mouillé parce qu'il ne se produit pas d'absorption. (ver.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

30-(Domaine: Thermodynamique)

Une bouteille Thermos permet de garder un breuvage chaud pendant plusieurs heures parce que c'est une sorte de bouteille qui se bouche très bien. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

31-(Domaine: Optique et acoustique)

Lorsqu'on trempe une partie d'une cuiller ou d'une règle dans un verre d'eau, elles paraissent déformées ou crochies parce que le trajet de la lumière est dévié par l'eau. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

32-(Domaine: Mécanique classique)

Il est facile de faire tourner un oeuf cuit dur sur lui-même. Il est beaucoup plus difficile de faire tourner un oeuf cru parce que ce n'est pas toute la masse qui se met à tourner. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

33-(Domaine: Mécanique classique)

Si on laisse tomber une boule de fer, elle ne rebondit pas parce qu'il ne se produit pas de mouvement vers le haut après la chute. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

34-(Domaine: Géologie et météorologie)

La pluie est causée par une forme de précipitation. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

35.(Domaine: Électromagnétisme)

Une calculatrice peut effectuer des opérations mathématiques parce qu'elle contient des circuits qui codent les nombres en impulsions électriques. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

36-(Domaine: Chimie physique)

Si on le dépose doucement, un trombone peut tenir à la surface de l'eau parce qu'il y a des forces en présence. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

37-(Domaine: Chimie)

Une gomme à effacer peut effacer des lettres écrites au crayon à cause de l'adhérence. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

38-(Domaine: Astronomie)

On voit parfois des étoiles filantes dans le ciel parce qu'il y a des roches qui brûlent en pénétrant dans l'atmosphère. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

39-(Domaine: Aérodynamique)

Au sommet d'une haute montagne, il est plus difficile de respirer qu'au niveau de la mer parce qu'il y a des gaz nocifs au sommet des montagnes. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

40-(Domaine: Thermodynamique)

On fait chauffer un élément d'une cuisinière au plus fort. Il devient rouge parce que l'élément devient comme de la braise dans un feu. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

41.(Domaine: Chimie)

L'accumulateur ("batterie") d'une voiture peut produire du courant électrique parce qu'il y a un côté positif et un côté négatif. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

42-(Domaine: Optique et acoustique)

On peut se voir dans un miroir parce que c'est une vitre recouverte d'un produit spécial.
(sub.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

43-(Domaine: Mécanique classique)

Les routes sont glissantes lorsqu'il pleut parce que l'eau réduit l'adhérence sur la route.
(gén.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

44.-(Domaine: Géologie et météorologie)

L'eau de la mer gèle à une température beaucoup plus basse que l'eau des lacs parce que l'eau salée gèle à une température plus basse que l'eau douce. (sci.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

45-(Domaine: Électromagnétisme)

Le téléphone peut transmettre les voix parce que le son passe par les fils du téléphone.
(exp. pr.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

46-(Domaine: Chimie-physique)

Quand on prend une douche ou un bain, le miroir de la salle de bain se couvre souvent de buée parce que le miroir est recouvert d'un produit qui réagit avec l'humidité de l'air. (sub)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

47-(Domaine: Chimie)

Un clou de fer rouille à cause de la pluie. (exp.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

48-(Domaine: Astronomie)

Sur la Lune, on ne pourrait entendre aucun son à cause des ondes sonores. (gén.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

49-(Domaine: Aérodynamique)

Un aspirateur peut ramasser la poussière parce qu'il y a un changement de pression. (gén.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

50-(Domaine: Thermodynamique)

Une goutte de colorant se répand plus vite dans l'eau chaude que dans l'eau froide parce que l'eau chaude se colore plus facilement que l'eau froide. (ver.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

51-(Domaine: Optique et acoustique)

Le sable mouillé paraît toujours plus foncé que le sable sec parce que le sable mouillé ne réfléchit pas la lumière aussi bien que le sable sec. (sci.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

52-(Domaine: Mécanique classique)

Si on laisse tomber une petite bille de plomb et une grosse bille de plomb du haut d'un édifice, elles arrivent au sol en même temps parce que l'accélération de la gravité est la même pour les deux billes. (sci.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

53-(Domaine: Géologie et météorologie)

Il est dangereux de se mettre à l'abri sous un grand arbre pendant un orage parce que la sève des arbres devient électriquement chargée. (sub.)

accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total
--------------	--------	--------	-----------	-----------------

54-(Domaine: Électromagnétisme)

Un ballon de baudruche frotté contre un chandail de laine colle à un mur parce que la laine produit une force d'attraction entre le ballon et le mur. (gén.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

55-(Domaine: Chimie-physique)

Vers la fin de l'hiver, on voit souvent des trous et des bosses dans le revêtement d'asphalte parce que les camions qui enlèvent la neige ont brisé l'asphalte. (exp. pr.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

56-(Domaine: Chimie)

Certains liquides peuvent aider à enlever la peinture ou le vernis parce que ce sont des décapants. (ver.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

57-(Domaine: Astronomie)

Sur la Lune, tout est six fois moins lourd que sur la Terre parce que la Lune est pleine de trous. (exp. pr.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

58-(Domaine: Aérodynamique)

Un parachute ralentit la chute vers le sol parce que la grande surface de la toile augmente la friction avec l'air. (sci.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

59-(Domaine: Thermodynamique)

On ouvre une fenêtre en plein hiver. On sent d'abord l'air froid au niveau du plancher avant de le sentir plus haut parce que les particules de froid sont plus lourdes que les particules de chaleur. (sub.)

_____ _____ _____ _____ _____
accord total accord neutre désaccord désaccord total

60-(Domaine: Optique et acoustique)

Une goutte d'huile qu'on dépose à la surface de l'eau forme une tache de plusieurs couleurs parce que l'huile est un mélange de plusieurs composés qui ont chacun une couleur différente. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

61-(Domaine: Mécanique classique)

Un sous-marin peut descendre ou monter dans l'eau à l'aide d'un liquide spécial qui est plus ou moins comprimé. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

62-(Domaine: Géologie et météorologie)

Si l'on mouille un doigt et qu'on le tient en l'air, on peut savoir de quel côté vient le vent parce que l'eau est un liquide qui agit comme un indicateur. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

63-(Domaine: Électromagnétisme)

Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

64- (Domaine: Chimie-Physique)

Si l'on brasse une canette de boisson gazeuse, une bonne partie du liquide s'échappe en giclant quand on l'ouvre parce que l'agitation favorise la production d'un gaz et augmente la pression. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

65- (Domaine: Chimie)

On place un pot renversé par-dessus une chandelle allumée. La chandelle s'éteint rapidement parce qu'il faut un peu de vent pour que la chandelle brûle. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

66- (Domaine: Astronomie)

Il y a des jours et des nuits parce que les corps célestes sont tous en rotation. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

67- (Domaine: Chimie)

Il faut mettre de l'essence dans une motocyclette parce que c'est comme une personne qui a soif. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

68- (Domaine: Aéronautique)

Un cerf-volant peut voler dans les airs parce qu'il est fait d'une toile spéciale qui est entraînée par le vent. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

69- (Domaine: Thermodynamique)

On place un verre rempli d'eau à un endroit chaud. Quelques heures plus tard, on observe de petites bulles d'air dans l'eau du verre parce que l'élévation de la température entraîne la formation de bulles d'air. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

70- (Domaine: Mécanique classique)

Il est difficile de faire tourner un oeuf cru sur lui-même, mais il est beaucoup plus facile de le faire avec un oeuf cuit dur parce que dans un oeuf cru, ce n'est pas toute la masse qui tourne sur elle-même. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

71- (Domaine: Optique et acoustique)

On dit parfois qu'on peut entendre le bruit des vagues dans un coquillage. C'est parce que le coquillage favorise la transmission des ondes sonores. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

72-(Domaine: Mécanique classique)

Un bateau passe devant toi sur un lac calme. Quelques minutes plus tard, de petites vagues se forment sur la rive parce qu'une ondulation s'est créée à la surface du lac. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

73- (Domaine: Géologie et météorologie)

Un biscuit sablé laissé hors de sa boîte ramollit tandis que ceux qui sont dans la boîte restent croquants parce que la boîte permet aux biscuits de bien se conserver. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

74- (Domaine: Électromagnétisme)

Un barrage sur une rivière peut servir à produire de l'électricité parce que le courant fait tourner des turbines qui produisent du courant électrique. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

75- (Domaine: Chimie-physique)

Du sucre que l'on brasse dans de l'eau bouillante disparaît. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

76- (Domaine: Chimie)

Un appareil photo peut enregistrer une image sur un film parce qu'il y a un dispositif qui fait un enregistrement instantané de l'image. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

77- (Domaine: Astronomie)

Les rayons du soleil sont moins chauds en hiver parce que l'atmosphère de la Terre est refroidie par la neige et la glace situées au sol. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

78- (Domaine: Aérodynamique)

On souffle un ballon de baudruche et on le lâche. Il se déplace rapidement dans les airs pendant quelques secondes parce qu'il est très léger. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

79- (Domaine: Thermodynamique)

Dans un four à micro-ondes, on peut faire réchauffer un bol de soupe en quelques secondes seulement parce que le four à micro-ondes se remplit d'un gaz à haute température quand la porte est fermée. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

80- (Domaine: Optique et acoustique)

Si l'on enferme une mouche dans un petit sac en papier brun, on peut entendre le bruit de ses pas parce que le son est amplifié. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

81- (Domaine: Mécanique classique)

Si l'on essaie de comprimer l'eau contenue dans une éprouvette en pressant sur le bouchon, on fait éclater l'éprouvette parce que la pression sur le bouchon se transmet à toute la surface de l'éprouvette. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

82- (Domaine: Géologie et météorologie)

Pendant un orage, on voit les éclairs avant d'entendre le tonnerre parce que les yeux perçoivent la lumière avant que les oreilles n'entendent le son. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

83- (Domaine: Électromagnétisme)

On place une boussole près d'un fil qui conduit de l'électricité. L'aiguille est déviée vers le fil parce que la boussole contient un liquide ou un gaz qui devient magnétique près d'un courant électrique. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

84- (Domaine: Chimie-physique)

On répand parfois du sel sur les routes en hiver parce que le sel fondu est un liquide qui augmente l'adhérence des pneus. (sub.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

85- (Domaine: Chimie)

Quand on verse du vinaigre sur du soda (bicarbonate de sodium), il se forme une mousse qui pétille parce que la réaction entre le vinaigre et le soda produit un gaz. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

86- (Domaine: Astronomie)

La Lune est recouverte de cratères parce qu'il n'y a pas d'atmosphère pour brûler les roches qui atteignent la Lune. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

87- (Domaine: Aérodynamique)

Une pièce de monnaie tombe plus vite au sol qu'une feuille de papier à cause de facteurs qui influencent la chute. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

88- (Domaine: Thermodynamique)

Les aliments cuisent plus vite dans un autoclave (Presto) que dans une casserole ordinaire parce que le couvercle est bien fermé. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

89- (Domaine: Optique et acoustique)

On colorie une rondelle de carton de plusieurs couleurs. On la fait tourner très vite sur elle-même. Elle va paraître blanche parce que toutes les couleurs sont faites d'un liquide blanc. (sci.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

90- (Domaine: Mécanique classique)

Si on laisse tomber une bouteille de plomb, elle ne rebondit pas parce qu'il ne se produit pas de mouvement vers le haut après la chute. (ver.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

91- (Domaine: Géologie et météorologie)

En hiver, lorsque le ciel est nuageux, il fait souvent moins froid que lorsque le ciel est dégagé parce que la chaleur ne se propage pas de la même façon. (gén.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

92- (Domaine: Électromagnétisme)

Les rayons X permettent aux médecins de voir à l'intérieur du corps parce que ces rayons permettent de prendre des photos en noir et blanc. (exp. pr.)

_____	_____	_____	_____	_____
accord total	accord	neutre	désaccord	désaccord total

93- (Domaine: Chimie-physique)

Un papier essuie-tout absorbe l'eau parce qu'il agit à la manière d'une éponge. (ver.)

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

94- (Domaine: Chimie)

Une pile peut produire du courant électrique parce qu'il y a un côté positif et négatif. (exp. pr.)

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

95- (Domaine: Astronomie)

L'Étoile polaire paraît toujours au même endroit dans le ciel à cause de la position de la Terre. (gén.)

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

96- (Domaine: Aérodynamique)

Les voitures aux formes arrondies consomment en général moins d'énergie que les voitures aux formes carrées parce que les voitures aux formes arrondies sont faites en partie de matières plastiques plus légères. (sub.)

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

APPENDICE C

QUESTIONNAIRE DES ÉLÈVES

Pour chacune des questions suivantes, répons en donnant le plus d'explications possible.

1- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit. Pourquoi?

2- Pourquoi une ampoule éclaire-t-elle?

3- Comment un appareil de télévision produit-il une image?

4- Comment les sons peuvent-ils se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio ?

5- Comment une calculatrice peut-elle effectuer des opérations mathématiques ?

6- Comment le téléphone transmet-il les voix ?

7- Un ballon de baudruche frotté contre un chandail de laine colle à un mur. Pourquoi ?

8- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse. Pourquoi ?

9- Un barrage sur une rivière peut servir à produire de l'électricité. Pourquoi ?

10- On place une boussole près d'un fil qui conduit de l'électricité. L'aiguille est déviée vers le fil. Pourquoi ?

11- Pourquoi les rayons X permettent- ils aux médecins de voir à l'intérieur du corps ?

APPENDICE D

ÉNONCÉS DES ÉLÈVES

Réponds aux questions suivantes. Il te suffit de poser un X sur la ligne au-dessus de la réponse choisie.

- 1- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même pendant la nuit parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies.

_____ accord total _____ accord _____ neutre _____ désaccord _____ désaccord total

- 2- Une ampoule éclaire parce que c'est comme un soleil miniature.

_____ accord total _____ accord _____ neutre _____ désaccord _____ désaccord total

- 3- Un appareil de télévision produit une image à l'aide d'un jet de charges électriques dirigées par des ondes.

_____ accord total _____ accord _____ neutre _____ désaccord _____ désaccord total

- 4- Les sons peuvent se rendre d'une station de radio jusqu'à un poste de radio parce que l'air transmet les ondes sonores.

_____ accord total _____ accord _____ neutre _____ désaccord _____ désaccord total

- 5- Une calculatrice peut effectuer des opérations mathématiques parce qu'elle contient des circuits qui codent les nombres en impulsions électriques.

_____ accord total _____ accord _____ neutre _____ désaccord _____ désaccord total

- 6- Le téléphone peut transmettre les voix parce que le son passe par les fils du téléphone.

_____ accord total _____ accord _____ neutre _____ désaccord _____ désaccord total

- 7- Un ballon de badruche frotté contre un chandail de laine colle à un mur parce que la laine produit une force d'attraction entre le ballon et le mur.

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

- 8- Le radar d'un aéroport permet de localiser les avions même quand la brume est très épaisse parce que le radar émet des ondes radio et reçoit celles qui sont réfléchies.

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

- 9- Un barrage sur une rivière peut servir à produire de l'électricité parce que le courant fait tourner des turbines qui produisent du courant électrique.

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

- 10-On place une boussole près d'un fil qui conduit de l'électricité. L'aiguille est déviée vers le fil parce que la boussole contient un liquide ou un gaz qui devient magnétique près d'un courant électrique.

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

- 11-Les rayons X permettent aux médecins de voir à l'intérieur du corps parce que ces rayons permettent de prendre des photos en noir et blanc.

_____ _____ _____ _____ _____
 accord total accord neutre désaccord désaccord total

BIBLIOGRAPHIE

- Allard, Jacques. 1992. *Concepts fondamentaux de la Statistique*. Montréal. Québec. Ed. Addison-Wesley, 585 p.
- Astolfi, Jean-Pierre. 1992. *L'école pour apprendre*. Coll. "Pédagogies". Paris: ESF éditeur, 205 p.
- Astolfi, Jean-Pierre, et Michel Develay. 1989. *La didactique des sciences*. Coll. " Que sais-je?". Paris: PUF, 125 p.
- Bachelard, G. 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Librairie philosophique, 256 p.
- Bertrand, Richard. 1986. *Pratique de l'analyse statistique des données*. Sillery. Québec. PUQ, 379 p.
- Brien, R. 1994. *Sciences cognitive et formative*, 2^e édition. Sainte-Foy: PUQ, 212 p.
- Bruner, Jérôme S. 1965. *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press, 97 p.
- Chalmers, Alan-F. 1988. *Qu'est-ce que la science?*. Paris: Ed. La Découverte, 238 p.
- De Corte, E. 1990. *Les fondements de l'action didactique*. 2^e édition. Bruxelles: De Boeck, 402 p.
- De Vecchi, Gérard, et André Giordan. *L'enseignement scientifique: Comment faire pour que "ça marche"?* Nice: Z'édicions, 208 p.
- Driver, R. , E., Guesne et A. Tiberghien. 1985. *Children's ideas in science*. Philadelphie: Open University Press, 208 p.
- Dubé, Louis, 1994. *Psychologie de l'apprentissage*. 2^e édition. Sainte-Foy (Québec): Presses de l'Université du Québec, 381 p.

- Garnier, C., et al.. 1991, *Après Vigotski et Piaget, Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael, 288 p.
- Gilbert, John K., et Michael Watts. 1983. "Concepts, Misconceptions and alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education". *Studies in Science Education*, vol.10, p.61-98.
- Giordan, André, et Gérard De Vecchi. 1987. *Les origines du savoir, Des conceptions des apprenants aux conceptions scientifiques*. Paris: Delachaux & Niestlé, 214 p.
- Giordan, André, Yves Girault et Pierre Clément. 1994. *Conceptions et connaissances*. Berne: Peter Lang, 315 p.
- Giordan, André, J.-L. Martinand, J.-P. Astolfi, G. Rumelhard, A. Coulibaly, M. Develay, J. Toussaint, V. Host et collaborateurs. 1987. *L'élève et/ou les connaissances scientifiques: approche didactique de la construction des concepts scientifiques par les élèves*. Berne: Peter Lang, 205 p.
- Johsua, Samuel, et Jean-Jacques Dupun. 1993. *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Coll. "Premier cycle". Paris: PUF, 422 p.
- Kaminski, W. 1989. "Conceptions des enfants (et des autres) sur la lumière". *Bulletin de l'union des physiciens*, n° 716, p.973-996.
- Larochelle, Marie, et Jacques Désautels. 1992. *Autour de l'idée de science*. Sainte-Foy (Qué.): Les Presses de l'Université Laval, 314 p.
- Maubourguet, Patrice (dir. édi.). 1995. *Le petit Larousse illustré 1995* : Dictionnaire encyclopédique. Paris: Larousse, 1777 p.
- Meheut, Martine. 1989. " Des représentations des élèves au concept de réaction chimique: premières étapes". *Bulletin de l'union des physiciens*, n° 716, p.997-1011.
- Minder, Michel. 1991. *Didactique fonctionnelle, Objectifs, stratégies, évaluation*. 6^e édition. Bruxelles: De Boeck-Wesmael, 303 p.
- Ministère de l'Éducation, Direction générale des programmes, Direction de la formation générale. 1992. *Programme d'études secondaire Physiques 534 , À la découverte de la matière et de l'énergie*. Québec: Bibliothèque Nationale du Québec, 301 p.

- Ministère de l'Éducation, Direction générale des programmes, Direction de la formation générale. 1990. *Programme d'études secondaire sciences physiques 416-436*. Québec: Bibliothèque Nationale du Québec, 349 p.
- Ministère de l'Éducation, Direction générale des programmes, Direction de la formation générale. 1987. *Programme d'études secondaire sciences physiques (Environnement physique)*. Québec. Bibliothèque Nationale du Québec, 19 p.
- Popper, K.R. 1978. *La logique de la découverte scientifique*. Paris: Payot, 480 p.
- Robert, Serge. 1993. *Les mécanismes de la découverte scientifique*. Coll. "Philosophica". Ottawa: PUO, 462 p.
- Roy, Jean A. 1995. " Représentation du rôle de l'enseignant de sciences telle qu'elle émerge de recherches qualitatives publiées de 1983 à 1993 dans les revues Science Education et Journal of Research in science Teaching". *Revue des sciences de l'éducation*, volume XXI, n^o 2, p.241 à 262.
- Tardif, J. 1992. *Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Édition Logiques, 474 p.
- Thouin, Marcel. 1987. "Une typologie des représentations du monde physique chez des élèves au début du secondaire". Thèse de doctorat, Montréal, Université de Montréal, 267 p.
- Thouin, Marcel. 1989. "Typologie des représentations en sciences physiques chez des élèves du secondaire". *Revue des sciences de l'éducation*, vol.XV, no 2, p.247-266.
- Thouin, Marcel. 1996. *Introduction aux sciences de la nature, concepts de base, percées historiques et conceptions fréquentes*. Sainte-Foy (Qué.): Éditions Multimondes, 189 p.
- Tiberghien, A., et G. Delacotte. 1976. " Manipulations et représentations de circuits électriques simples par des enfants de 7 à 12 ans". *Revue française de pédagogie*, 34, p.32-44.