

Université de Montréal

Un modèle didactique de littérature de vulgarisation scientifique destinée à de jeunes lecteurs

par Serge Gagnier

Département de didactique  
Faculté des sciences de l'éducation

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de Philosophiæ doctor (Ph.D.)  
en didactique

Mars 2016

© Serge Gagnier, 2016

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

Un modèle didactique de littérature de vulgarisation scientifique destinée à de jeunes lecteurs

présentée par Serge Gagnier

A été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Jesús Vázquez-Abad  
Président-rapporteur

Marcel Thouin  
Directeur de recherche

Isabelle Montésinos-Gelet  
Membre du jury

Ghislain Samson  
Examineur externe

Serge J. Larivée  
Représentant de la doyenne

## RÉSUMÉ

De nos jours, différentes ressources littéraires de vulgarisation scientifique (VS), notamment la littérature jeunesse, sont utilisées pour aborder des contenus scientifiques en classe de primaire. Sans tenter de se substituer aux manuels scolaires, ces outils d'éducation non formels proposent différents textes narratifs et informatifs qui présentent des concepts scientifiques. En plus de développer la curiosité scientifique, la littérature jeunesse propose souvent des textes scientifiques d'une grande qualité. Néanmoins, son utilisation n'est pas exempte de difficultés. Notamment, ce type de littérature présente parfois des concepts erronés entraînant le développement de fausses conceptions. Afin d'accompagner les vulgarisateurs scientifiques dans l'élaboration de ressources de VS adaptées aux conceptions alternatives des jeunes lecteurs, et ultimement les amener à remettre en question leurs idées préconçues, nous avons identifié un dispositif didactique conçu essentiellement pour le travail en classe : le texte de réfutation. Pour tenter d'amener un changement conceptuel chez les élèves, ce texte énonce d'abord une conception alternative, puis la réfute, pour ensuite présenter l'explication scientifique du phénomène décrit. Pour donner suite à l'analyse de trois textes de réfutation, nous avons été à même d'identifier certains concepts qui sont au cœur de ce dispositif didactique, notamment la carte conceptuelle, les niveaux de formulation et la transposition didactique. Inspiré par ces concepts, nous avons élaboré un modèle didactique de VS ayant pour but d'accompagner pas à pas un vulgarisateur scientifique dans la conception de ressources adaptées au public de jeunes lecteurs. Le modèle *Design Experiment* nous a permis de mettre à l'essai et de bonifier cette version provisoire du modèle didactique de VS, grâce à la participation de deux vulgarisateurs scientifiques qui ont chacun élaboré deux textes de vulgarisation scientifique : l'un, des textes narratifs et l'autre, des textes informatifs, pour une cohorte de 83 élèves de cinquième année du primaire. Les sujets abordés dans ces textes sont le requin blanc, le béluga, et les muscles et l'entraînement. Pour que nous puissions étudier l'évolution des conceptions des élèves, chacun d'eux a répondu à un prétest et un posttest, et certains élèves ont également été sollicités pour participer à des entrevues de groupe avec les vulgarisateurs. Cette recherche a permis de réunir la didactique et la VS. Les vulgarisateurs ont pu mesurer la pertinence de prendre en compte les conceptions alternatives des jeunes lecteurs, tirer profit du texte de réfutation et adapter le niveau de formulation de leurs textes.

**Mots clés :** vulgarisation scientifique, conception alternative, littérature jeunesse, modèle didactique, texte de réfutation, vulgarisateur scientifique, texte narratif et texte informatif



## ABSTRACT

Nowadays, different literary resources of popular science, including children's literature, are used to address the scientific content in elementary classrooms. Without trying to replace textbooks, these non-formal educational tools offer different narrative and informative texts that present demonstrations of science. In addition to developing scientific curiosity, children's trade books propose scientific texts of high quality. However, these texts would not be without some level of weakness. In particular, they sometimes present erroneous concepts leading to misconceptions. To support the science writers in the popular science resource development suited to alternative conceptions of young learners, and ultimately to get them to change these conceptions, we identified a didactic text designed primarily for classroom work called refutation text. To promote conceptual change, the text first sets out an alternative design, refutes the alternative conception, and then presents scientific explanation. After the analysis of three refutation texts, we were able to identify some didactic concepts at the heart of this text pattern; the concept map, the learner's knowledge level, and didactic transposition. Inspired by these concepts, we have developed a didactic model of popular science to accompany a science writer, step by step, in the design of appropriate resources for young readers. The *Design Experiment* model has allowed us to test and improve this experimental model of popular science through the participation of two science writers who each developed two popular science texts. One writer composed two narrative texts, another wrote two informative texts for a group of 83 students in fifth grade. Topics covered in these texts were white sharks, beluga whales, and muscles and training. To study the evolution of student conception, each answered pre-test and post-test questions and some students were also asked to participate in group interviews with the science writers. This research brought together didactics and popular science. Science writers were able to measure the relevance of taking into account the views of young readers' conceptions, the use of refutation text, and the adaptation of the texts to learner's knowledge level.

**Keywords :** popular science, alternative conception, refutation text, trade book, didactic model, science writer, narrative and informative texts

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	v
TABLE DES MATIÈRES	vi
LISTE DES TABLEAUX	xii
LISTE DES FIGURES	xiii
LISTE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS	xiv
REMERCIEMENTS	xv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE	5
1.1 Les différentes approches en matière de culture scientifique et technique	5
1.2 L'école : un acteur majeur de la promotion d'une culture scientifique?	6
1.2.1 Deux pionniers qui ont ouvert le champ de la vulgarisation scientifique	7
1.2.2 Une multitude de publications pour diffuser la science	8
1.2.3 Des ressources d'éducation non formelles pour combler des lacunes à l'école	9
1.3 Les publications de la littérature jeunesse : pertinentes pour aborder les sciences?	11
1.3.1 Les représentations de la science au sein de la littérature de vulgarisation scientifique	11
1.3.2 Les fausses conceptions, l'anthropomorphisme et les faits scientifiques erronés	13
1.3.3 Le lien d'autorité, les conceptions scientifiques et la construction de savoirs	15
1.3.3.1 Le premier niveau d'autorité : le texte documentaire sur le fictif	16
1.3.3.2 Le deuxième niveau d'autorité : le choix du livre exposé	16
1.3.3.3 Comment aider l'enfant à s'approprier le langage scientifique?	16
1.4 L'apprentissage de la science dans les textes scientifiques	18
1.4.1 Les conceptions alternatives des lecteurs	19
1.4.2. La structure d'un texte : comment en tirer profit?	21
1.4.2.1 Des textes scientifiques qui confrontent les conceptions des apprenants	21

1.4.2.2	L'apprentissage par la réfutation des conceptions erronées	25
1.4.2.3	Un texte informatif ou narratif peut-il favoriser un changement conceptuel chez un jeune lecteur?	26
1.4.2.4	Un texte peut-il amener plus d'un changement conceptuel?	29
1.4.2.5	Un texte peut-il faire évoluer différents niveaux de conceptions?	31
1.4.2.6	Un texte peut-il amener un changement conceptuel durable?	33
1.4.2.7	Un texte peut-il amener un changement conceptuel chez des apprentis lecteurs?	35
1.5	Un texte scientifique susceptible d'influencer des publications de vulgarisation scientifique	38
1.6	Question générale de recherche	40
1.7	Postulat de recherche	40
CHAPITRE 2 : CADRE CONCEPTUEL		41
2.1	Culture scientifique et technique : les premiers balbutiements de la littérature scientifique pour enfants au Québec	41
2.2	Culture scientifique et technique : mais quelle science au juste?	42
2.3	Culture scientifique et technique : quand la science se fait culture	44
2.4	Culture scientifique et technique : les choix du Québec	45
2.5	Culture scientifique et technique à l'école québécoise	48
2.6	Culture scientifique et technique : le champ de la vulgarisation scientifique	51
2.7	Culture scientifique et technique : le vulgarisateur scientifique	52
2.8	Culture scientifique et technique : la transformation du discours scientifique	53
2.9	Culture scientifique et technique : une structure textuelle pour permettre une meilleure appropriation des concepts?	54
2.10	Trois textes littéraires pour aborder les sciences	55
2.10.1	Le texte documentaire	55
2.10.2	Le texte hybride, la pseudonarration et le documentaire de fiction	57
2.10.3	Le texte narratif	60

2.11	La vulgarisation scientifique : différents textes pour aborder les savoirs de la science	61
2.12	Comment comprendre un texte ou apprendre de celui-ci?	62
2.12.1	Le pouvoir des connaissances antérieures	65
2.12.2	Un savoir bien ancré dans le passé	66
2.12.3	Le rôle des connaissances antérieures dans l'apprentissage	67
2.12.4	La structure d'un texte : un catalyseur de l'apprentissage	70
2.12.5	Une première théorie de changement conceptuel	71
2.12.6	La lecture pour amener un changement conceptuel	75
2.12.7	Le changement conceptuel au moyen d'un texte : dix ans de recherches et de découvertes	78
2.12.8	Le changement conceptuel par la réfutation	80
2.12.8.1	Qu'entend-on au juste par réfutation?	81
2.12.8.2	Un texte à saveur narrative, informative ou hybride	81
2.12.8.3	Un texte qui a la cote auprès des jeunes lecteurs	82
2.12.8.4	La coactivation des conceptions pendant la lecture	83
2.12.8.5	Aux premières loges pour suivre un changement conceptuel chez un jeune lecteur	87
2.12.8.6	La place du texte de réfutation au sein de la littérature de vulgarisation scientifique	89
2.13	Des concepts didactiques au cœur des textes de réfutation	91
2.13.1	La structure du texte de réfutation	92
2.13.2	La place des conceptions alternatives au sein du texte de réfutation	93
2.13.3	Le niveau de formulation des concepts scientifiques	99
2.13.4	L'utilisation du vocabulaire scientifique	102
2.14	Des concepts didactiques au cœur d'un modèle didactique de VS	103
2.14.1	Les représentations et les conceptions alternatives des lecteurs	103
2.14.2	Un modèle de changement conceptuel qui mise sur la motivation des apprenants	107
2.14.3	La carte et la trame conceptuelles	113
2.14.4	Les niveaux de formulation d'un concept scientifique	116
2.14.5	La transposition didactique des savoirs	118
2.14.6	Vers un modèle didactique de vulgarisation scientifique	122
2.15	Sous-question de recherche	128
CHAPITRE 3 : CADRE MÉTHODOLOGIQUE		129
3.1	La recherche et le développement	129
3.2	La R&D en éducation	130

3.3 Les étapes d'une R&D en éducation	130
3.3.1 L'analyse de la demande	132
3.3.2 Le cahier des charges	133
3.3.3 La conception	133
3.3.4 La préparation	133
3.3.5 La mise au point et la mise à l'essai	134
3.4 Les apports et les limites des modèles de R&D dans le contexte de cette recherche	134
3.5 Le modèle <i>Design Experiment</i>	136
3.6 Les contributions du modèle DE au modèle de R&D	140
3.7 Le déroulement de la recherche	142
3.8 La cueillette des données	150
3.8.1 Les vulgarisateurs scientifiques	150
3.8.2 Les jeunes lecteurs	151
3.9 Des questionnaires pour évaluer l'évolution des conceptions des jeunes lecteurs	151
3.10 Des entrevues de groupe pour bonifier un modèle de VS en construction	153
 CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS	 155
4.1 L'étude de faisabilité du modèle didactique de VS	155
4.2 La mise à l'essai du modèle didactique de VS	167
4.3 L'analyse des entrevues et des questionnaires	178
4.3.1 Groupes « texte informatif »	183
4.3.2 Groupes « texte narratif »	200
 CHAPITRE 5 : INTERPRÉTATION ET DISCUSSIONS	 218
5.1 La confrontation du modèle didactique de VS au postulat de départ	218
5.2 Notre modèle prend forme	225
 CHAPITRE 6 : CONCLUSIONS	 233

6.1 Un modèle didactique de VS ancré dans la réalité du vulgarisateur scientifique	233
6.2 Les retombées de la recherche	233
6.3 Les limites associées à cette recherche	238
6.4 D'autres perspectives de recherche	239
 BIBLIOGRAPHIE	 240
 BIBLIOGRAPHIE DES PUBLICATIONS JEUNESSE	 255
 ANNEXE 1 : TEXTES CLASSIQUES ET DE RÉFUTATION TIRÉS DE LA RECHERCHE	 xvi
 ANNEXE 2 : PRÉTEST ET POSTTEST SUR LE TEXTE DU BÉLUGA PRÉTEST ET POSTTEST SUR LE TEXTE DU REQUIN BLANC	 xxiv
 ANNEXE 3 : TEXTES CLASSIQUE ET DE RÉFUTATION SUR LE BÉLUGA TEXTES CLASSIQUE ET DE RÉFUTATION SUR LE REQUIN BLANC	 xlii
 ANNEXE 4 : EXTRAIT DE CALCUL RAPIDE (TABLES D'ADDITION ET DE SOUSTRACTION)	 lii
 ANNEXE 5 : PRÉTEST ET POSTTEST SUR LE TEXTE : LES MUSCLES ET L'ENTRAÎNEMENT	 lv
 ANNEXE 6 : TEXTE INFORMATIF, PREMIÈRE VERSION ET DEUXIÈME VERSION DU TEXTE DE RÉFUTATION, TEXTE NARRATIF CLASSIQUE ET NARRATIF DE RÉFUTATION	 lxiv
 ANNEXE 7 : PRÉSENTATION AUX VULGARISATEURS SCIENTIFIQUES : TRANSPOSITION D'UN SAVOIR SAVANT EN SAVOIR VULGARISÉ ; DEUX VERSIONS DU TEXTE HYBRIDE <i>ÉMILE JOUE AVEC LE FEU</i>	 lxxv
 ANNEXE 8 : CARTES CONCEPTUELLES DES ÉLÈVES SUR LE BÉLUGA ET SUR LE REQUIN BLANC	 lxxxviii
 ANNEXE 9 : PRODUCTIONS DES ÉLÈVES SUR LES MUSCLES ET L'ENTRAÎNEMENT	 c

ANNEXE 10 : « QUATRE IDÉES FAUSSES SUR LES MUSCLES », TEXTE PUBLIÉ DANS <i>SPORT DÉBROUILLARDS</i>	cix
ANNEXE 11 : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DU VULGARISATEUR SCIENTIFIQUE ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DU JEUNE LECTEUR	cxii

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Conceptions alternatives d'élèves du primaire	20
Tableau II : Comparaison de longueurs des textes classiques et de réfutation publiés au sein recherches menées auprès de lecteurs du troisième cycle du primaire	92
Tableau III : Concepts tirés de la carte conceptuelle sur le béluga	160
Tableau IV : Concepts tirés de la carte conceptuelle sur le requin	161
Tableau V : Concepts tirés des productions des élèves sur les muscles et l'entraînement	168
Tableau VI : Trois versions du texte informatif sur les muscles et l'entraînement	171-172
Tableau VII : Trois versions du texte narratif sur les muscles et l'entraînement	175-177
Tableau VIII : Niveaux de formulation des réponses aux différentes questions des tests	181-182
Tableau IX : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 7 et 5	185
Tableau X : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 12 et 8	186
Tableau XI : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 15 et 13	187
Tableau XII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 8 et 6	189
Tableau XIII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 17 et 15	191
Tableau XIV : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 3 et 1	192
Tableau XV : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 16 et 11	194
Tableau XVI : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 9 et 7	196
Tableau XVII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 5 et 3	199
Tableau XVIII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 14 et 12	200
Tableau XIX : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 7 et 5	202
Tableau XX : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 12 et 8	204
Tableau XXI : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 8 et 6	207
Tableau XXII : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 17 et 15	208
Tableau XXIII : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 3 et 1	210
Tableau XXIV : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 16 et 11	211
Tableau XXV : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 9 et 7	212
Tableau XXVI : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 5 et 3	215
Tableau XXVII : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 14 et 12	216



## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Trois sections d'un texte de réfutation	23
Figure 2 : Pourcentage des recherches démontrant que le texte de réfutation est plus efficace que le texte classique pour amener un changement conceptuel	35
Figure 3 : Carte conceptuelle du texte classique (Mason, Gava et Boldrin, 2008)	93
Figure 4 : Carte conceptuelle du texte de réfutation (Mason, Gava et Boldrin, 2008)	94
Figure 5 : Trames conceptuelles du texte classique (Mikkilä-Erdmann, 2001)	96
Figure 6 : Trames conceptuelles du texte classique et de changement conceptuel (Mikkilä-Erdmann, 2001)	97
Figure 7 : Modèle de reconstruction cognitive des apprentissages	111
Figure 8 : Processus de transposition du savoir savant en savoir vulgarisé afin d'amener un changement conceptuel (issu de la problématique et du cadre conceptuel de cette thèse)	127
Figure 9 : Comparaison entre le modèle de recherche de développement d'objet et le modèle R&D Systems Approach Model for Designing Instruction	132
Figure 10 : Sept phases d'un modèle complet de design	138
Figure 11 : Adaptation d'un modèle didactique de VS au moyen d'une DE	149
Figure 12 : Modèle didactique de VS ayant pour but d'amener un changement conceptuel	237

## LISTE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS

ACFAS :	Association francophone pour le savoir
CAC:	Conseil des académies canadiennes
CCM:	Conceptual Change Model
CD-ROM :	Cédérom (Compact Disc Read Only Memory)
CRKM :	Cognitive Reconstruction of Knowledge Model
CSE :	Conseil supérieur de l'éducation
CST :	Conseil de la Science et de la Technologie
DE :	Design Experiment
DVD :	Disque numérique polyvalent (Digital Versatile Disc)
ELM :	Elaboration Likelihood Model
LHC :	Grand collisionneur de hadrons (Large Hadron Collider)
MCC :	Ministère de la Culture et de la Communication
MDEIE :	Ministère du Développement Économique, de l'Innovation et de l'Exportation
MEESR :	Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
MEES :	Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur
MELS :	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
MEQ :	Ministère de l'Éducation du Québec
MES :	Ministère de l'Éducation et de la Science
MESS :	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Science
MICST :	Ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie
MRST :	Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie
OCDE :	Organisation de coopération et de développement économiques
R&D :	Recherche et développement
TIC1 :	Texte informatif classique
TE :	Teaching Experiment
TR1 :	Version 1 du texte de réfutation
TR2 :	Version 2 du texte de réfutation
VS :	Vulgarisation scientifique

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, mes remerciements vont à mon directeur de thèse, Monsieur Marcel Thouin, qui a su me conseiller et m'accompagner tout au long de cette recherche. Merci de m'avoir soutenu et d'avoir cru en moi. Vos commentaires ont servi de tremplin à ma réflexion.

Pour m'avoir aidé à mieux cerner le processus de vulgarisation scientifique, j'exprime ma gratitude envers Madame Laurène Smaghe et Monsieur Bruno Lamolet des *Débrouillards*. Merci pour votre temps précieux, vos conseils avisés et votre intérêt soutenu. Merci également à Monsieur Félix Maltais, éditeur des Publications BLD inc., pour votre confiance et votre ouverture aux nouvelles idées. Un merci tout spécial à Monsieur Yannick Bergeron pour m'avoir permis de rencontrer ses amis des *Débrouillards*.

Je suis également des plus redevables aux élèves qui ont participé à cette recherche en lisant les textes, en participant aux entrevues et en répondant aux questionnaires. Merci pour votre curiosité contagieuse! Vos réponses, questions, commentaires et suggestions ont nourri ma réflexion. Merci également aux enseignants et à la direction d'école pour leur appui et leurs encouragements.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à ma famille ainsi qu'à mes amis. Sachez que vos mots d'encouragement m'ont motivé à me dépasser. Un merci sincère à Martin qui, par son écoute attentive et ses nombreuses relectures, a alimenté mon désir de perfectionner ce travail. Pour Laurie, qui commencera l'école bientôt : papa sera à tes côtés pour t'accompagner pas à pas quand, à ton tour, tu amèneras des travaux à la maison.

## INTRODUCTION

Lorsqu'il publie son ouvrage *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* en 1632, Galilée ne se doute pas du succès retentissant que celui-ci connaîtra. Soucieux de pouvoir être compris par le plus grand nombre, l'inventeur de la lunette astronomique rédige ses textes en langue vernaculaire plutôt qu'en latin, comme cela était d'usage à l'époque pour les écrits scientifiques. Recourant au texte narratif, Galilée présente une conversation entre trois personnages qui discutent de l'organisation de l'Univers. Salviati défend le modèle héliocentrique<sup>1</sup> de Copernic, Simplicio, le modèle géocentrique<sup>2</sup> de Ptolémée, et Sagredo se présente comme un homme sensé en quête de savoir.

En observant dans sa lunette les phases de Vénus, la diminution de la taille relative de cette planète et le changement de sa luminosité selon la place qu'elle occupe par rapport au Soleil, Galilée a pu prouver ce que Copernic avait imaginé avant lui, et ainsi fournir de puissants arguments à son personnage Salviati. Bien qu'il se soit donné la peine de faire approuver les textes par le pape d'alors, Urbain VIII, Galilée ne se doute pas des foudres qu'il s'attirera bientôt. On lui reprochera son penchant pour les arguments de Salviati, ainsi que d'avoir voulu ridiculiser le pape, et son livre sera proscrit. À la suite d'un procès d'Inquisition, Galilée devra renier publiquement ses convictions coperniciennes. À une époque où l'Église catholique romaine a main mise sur les idées reçues, réfuter la thèse selon laquelle l'Univers gravite autour de la Terre ne pouvait se faire sans heurts. Pourtant, en présentant les deux modèles d'organisation de l'Univers sous forme de récit et en adoptant la langue du peuple, Galilée était en droit de s'attendre à faire évoluer les conceptions de ses lecteurs. Ses efforts, ajoutés à ceux d'autres scientifiques, dont Kepler et Newton, permettront finalement de faire reconnaître cette thèse. Il faudra toutefois attendre près de deux cents ans pour que l'Église admette enfin que la Terre tourne effectivement autour du Soleil.

À l'instar de Galilée, l'auteur qui souhaite vulgariser un savoir est confronté à des choix qu'il doit effectuer avec discernement, afin de permettre au lecteur d'assimiler le contenu présenté.

---

<sup>1</sup> Le Soleil occupe le centre de l'Univers.

<sup>2</sup> La Terre occupe le centre de l'Univers.

Et lorsque le texte est destiné à un jeune public, ces choix doivent être spécifiquement orientés en fonction du lecteur. Inévitablement, l'auteur est assailli par plusieurs questions : quel angle permet le mieux de tirer profit du sujet traité ? Comment intéresser le lecteur ? Quelles sont les connaissances du public visé ? Comment rendre la langue des sciences (avec ses équations et ses termes propres) plus accessible ? Quelle place accorder au travail du scientifique ? Etc.

Or, selon Jacobi, chercheur en culture et communication, la littérature scientifique jeunesse présente quelques lacunes (2005). Elle introduit une succession d'informations en omettant de mettre l'accent sur l'aspect hypothétique des explications et, en présentant la science d'une manière dogmatique, en donne une image figée et immuable. De plus, l'usage abusif de raccourcis tendrait à rendre les textes flous, voire parfois inexacts ou erronés (Jacobi, 2005). Ceci étant dit, on trouve néanmoins sur le marché quelques bijoux de vulgarisation scientifique. Peter Sis est un auteur et illustrateur renommé qui s'est lui aussi intéressé à la vie de Galilée. Dans son ouvrage jeunesse *Le messager des étoiles* (2002)<sup>3</sup>, il recense les moments forts de la vie du grand physicien et accompagne son texte de citations et d'observations. En misant sur de courts textes intelligemment construits, une représentation scriptovisuelle unique et des illustrations inspirées des gravures d'époque qui viennent appuyer ses textes, l'auteur transporte le lecteur dans un voyage à la fois ludique et instructif au sein de l'œuvre de Galilée. En parcourant les pages de l'ouvrage, on ne peut douter de la portée des apprentissages qu'il est possible d'y réaliser.

S'il a fallu bien plus que les écrits de Galilée pour faire évoluer notre conception de l'organisation de l'Univers, il serait sans doute utopique de croire qu'à lui seul, un ouvrage de vulgarisation scientifique puisse changer les représentations scientifiques des lecteurs de manière définitive. Néanmoins, les recherches menées en didactique des sciences au cours des dernières décennies nous ont aidés à mieux comprendre les modes d'appropriation des concepts scientifiques par les jeunes apprenants. Nous savons d'abord que les élèves disposent de conceptions alternatives qui les aident à mieux comprendre le monde. Pour aider ensuite les lecteurs à faire évoluer ces idées, des chercheurs ont élaboré le texte de réfutation, un dispositif

---

<sup>3</sup> Qui n'est pas sans rappeler l'œuvre phare de Galilée du même nom *Sidereus Nuncius* (1610).

didactique qui expose d'abord une conception fréquente, puis la réfute, pour ensuite présenter le savoir qui est validé par la communauté scientifique. Encouragé par les retombées significatives que ce type de texte engendre chez des lecteurs d'âge primaire, nous nous sommes interrogé à savoir s'il pourrait être mis à profit dans un contexte d'éducation non formelle et venir appuyer le travail de vulgarisateurs scientifiques. La recherche que nous souhaitons mener vise d'abord à proposer à des vulgarisateurs scientifiques une version provisoire d'un modèle didactique inspiré, entre autres, du texte de réfutation. Ceux-ci seront alors invités à l'expérimenter en composant des textes de vulgarisation scientifique informatifs et narratifs, à les présenter à des lecteurs d'âge primaire, puis à bonifier le modèle didactique.

Au sein de la problématique, nous considérons les multiples publications de vulgarisation scientifique destinées aux enfants en tant qu'outils d'éducation non formels. Nous nous intéressons aux façons dont ils sont mis à profit en classe de primaire. Puis, nous identifions quelques difficultés rencontrées dans ces publications, notamment la place des conceptions scientifiques des jeunes lecteurs, ce qui nous amène à nous intéresser au texte de réfutation, une variante textuelle élaborée pour faire évoluer les conceptions alternatives des élèves. Les différentes recherches citées nous permettent de démontrer la pertinence de ce type de textes et nous amènent à proposer un modèle susceptible d'accompagner un vulgarisateur scientifique dans l'élaboration de publications jeunesse.

En ce qui a trait au cadre conceptuel, nous nous intéressons d'abord au vaste domaine de la culture scientifique et technique puis, plus spécifiquement, à la vulgarisation scientifique. Nous rappelons les choix qui ont été faits par l'école québécoise, afin de mieux comprendre le rôle spécifique de la vulgarisation scientifique au Québec. Puis, nous abordons les caractéristiques des différentes variantes textuelles, ce qui nous amène à nous questionner sur la différence fondamentale entre la compréhension de texte d'une part, et d'autre part les apprentissages faits pendant la lecture de ce texte. Par la suite, nous menons une recension des différentes recherches qui ont été faites sur le texte de réfutation. Nous poursuivons notre exploration en analysant trois textes de réfutation tirés de travaux de recherche. Cette incursion dans le domaine de la recherche nous permet d'identifier différents concepts didactiques impliqués : les conceptions, la carte et la trame conceptuelles, les niveaux de formulation et la transposition didactique. Nous

présentons également les modèles de changement conceptuel qui nous semblent les plus appropriés pour décrire l'évolution des conceptions à la suite de la lecture d'un texte. Après avoir défini chacun de ces concepts, nous les intégrons au sein d'un modèle didactique de vulgarisation scientifique que nous envisageons par la suite de proposer à des vulgarisateurs scientifiques. Nous terminons ce chapitre en nous interrogeant sur l'approche à privilégier pour tirer profit de l'expérience des vulgarisateurs qui pourront appliquer ce modèle et l'enrichir de leur expérience.

Puis, dans le cadre méthodologique, nous dressons le portrait de différentes familles de modèles. Nous présentons d'abord la recherche de développement et le modèle *Design Experiment*. Guidé par la perspective de construire un modèle didactique avec des vulgarisateurs qui testeront eux-mêmes leurs textes auprès d'un public de jeunes lecteurs, nous retenons le modèle *Design Experiment*. Deux vulgarisateurs scientifiques sont sollicités pour cette recherche. Nous demandons à chacun de composer un texte de vulgarisation scientifique. L'un est informatif et l'autre narratif. À partir de ces deux textes, nous composons des versions de réfutation. Puis, nous présentons aux vulgarisateurs notre modèle didactique de vulgarisation scientifique. Ensuite, chacun des quatre textes est lu par un petit groupe d'élèves de cinquième année du primaire qui doit également répondre à un prétest avant la lecture et un posttest après la lecture. Des entrevues de groupe, de même que les résultats des questionnaires, nous permettent d'évaluer les retombées des différentes variantes textuelles sur l'évolution des conceptions scientifiques des élèves. Après avoir enrichi le modèle didactique de cette expérience, les deux vulgarisateurs sont de nouveau engagés dans l'écriture, mais cette fois celle de textes de réfutation (l'un informatif et l'autre narratif). Nous composons la version dite « classique » de chaque version. Pour composer leur texte de réfutation, les vulgarisateurs peuvent compter sur un petit groupe d'élèves qui partagent leurs conceptions sur les sujets à exploiter dans les textes. Cette fois encore, des groupes d'élèves lisent chacun une des quatre versions des textes. Un prétest et un posttest permettent de suivre l'évolution de leurs conceptions. Des entrevues sont également menées pour mieux comprendre le cheminement des conceptions des élèves. Tout au long du processus, les vulgarisateurs peuvent bonifier le modèle didactique de vulgarisation scientifique.

## CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE

Au cours de ce premier chapitre, nous nous intéressons d'abord aux différentes ressources littéraires scientifiques destinées aux jeunes lecteurs du primaire<sup>4</sup>. Nous voyons que, tout en étant limitées à un cadre non formel, ces ressources occupent néanmoins une place importante à l'école primaire. Bien qu'elles ne sauraient combler les lacunes des manuels scolaires de sciences, ces publications suscitent néanmoins un intérêt pour aborder les sciences en classe. Nous nous interrogeons donc sur la possibilité de recourir à ces publications pour amener le jeune lecteur du primaire à faire l'apprentissage d'un savoir scientifique. Ensuite, nous relevons les principales lacunes rencontrées au sein de ces ressources littéraires scientifiques. Afin de pallier ces faiblesses, nous analysons des textes scientifiques élaborés par des didacticiens et qui se sont montrés efficaces pour faire évoluer les conceptions scientifiques de jeunes lecteurs. Enfin, nous nous interrogeons sur la possibilité d'élaborer un modèle didactique qui prendrait appui sur ces textes et qui pourrait accompagner le concepteur de littérature scientifique enfantine dans l'écriture de ces ressources.

### 1.1 Les différentes approches en matière de culture scientifique et technique

Considérant la place déterminante qu'occupent les sciences et la technologie dans une société qui mise sur l'innovation scientifique et technique, favoriser le développement d'une culture scientifique et technique relève d'un grand intérêt. Alors que sur le continent européen, on mise davantage sur les organismes reconnus et les équipements de prestige pour inviter le citoyen à participer aux débats soulevés par la science, en Amérique du Nord, on encourage davantage les initiatives locales pour intéresser, notamment, les jeunes aux carrières scientifiques et faire découvrir les technologies de l'information et de la communication (CST, 2003). Inspiré des deux approches, le Québec mise à la fois sur les grandes institutions, les organismes et les acteurs privés pour promouvoir une culture scientifique et technique (CST, 2003). D'ailleurs, dans un rapport récent intitulé *La culture scientifique au Québec : description et initiatives remarquables*, Bryère et Bricaud (2016) soulignent les nombreuses initiatives des organismes scientifiques québécois et invitent la France à s'en inspirer et à collaborer davantage avec les

---

<sup>4</sup> Dans cette recherche, l'expression « jeune lecteur » désigne un lecteur du primaire.



organismes québécois. En soutenant les institutions muséales, les organismes communautaires, les concours de promotion de la science, les programmes éducatifs pour soutenir le milieu scolaire, les différentes publications et les émissions de télévision sur le sujet, entre autres, le Québec reconnaît l'importance d'une intervention concertée des différents acteurs de la promotion des sciences<sup>5</sup> pour favoriser l'édification d'une culture scientifique.

## **1.2 L'école : un acteur majeur de la promotion d'une culture scientifique?**

L'école représente également un canal de diffusion majeur de la culture scientifique et technique. Si la fréquentation des musées, parcs fauniques, aquariums, planétariums et autres organismes de promotion des sciences et de la technologie n'est pas accessible à toutes les bourses, l'école demeure le lieu privilégié pour accéder à cette culture (Godin, 1999). Bien que le *Programme de formation de l'école québécoise* (MELS, 2001) reconnaisse l'importance de l'école comme acteur de premier plan dans la promotion de la culture scientifique et technique, peu de mesures concrètes visent à l'appuyer dans l'exercice de son autorité. Au contraire, en soutenant les réalisations des différents acteurs de la promotion des sciences, le Québec déléguerait sa responsabilité en matière de culture scientifique et technique (Godin, 1999). Dans son rapport de conjoncture 2004, le Conseil de la Sciences et de la Technologie (CST) souligne également le rôle de pivot de l'école en matière de promotion de la culture scientifique et technique (CST, 2004). Il reconnaît l'occasion engendrée par la réforme curriculaire de renforcer l'enseignement des sciences et de la technologie, notamment en améliorant les pratiques éducatives et en proposant des ressources qui font la promotion des sciences et de la technologie. En ce sens, le Conseil des sciences et de la technologie rappelle que :

« Le renforcement de l'enseignement des sciences et de la technologie dans le cadre de l'actuelle réforme ne va pas sans que les enseignants disposent du matériel approprié pour y réussir. [...] les réalisations en culture scientifique et technique gagneraient à être davantage utilisées comme support de travail. [...] Qu'elles couvrent le matériel de vulgarisation, les moyens de la médiation documentaire, les trousseaux éducatives, les guides, les stages dans des centres de recherche ou les nouveaux lieux d'expérimentation, ces réalisations sont très

---

<sup>5</sup> Les acteurs de la promotion des sciences sont des spécialistes de la médiation scientifique. Ils regroupent des organismes voués au développement des sciences et de la technologie, des scientifiques, des musées, des bibliothèques, etc.

fréquemment conçues ou ajustées en fonction des objectifs scolaires [...] » (CST, 2004, p. 70)

Dans un tel contexte, l'école québécoise apparaît comme un simple utilisateur de services plutôt qu'un pôle majeur de développement de la culture scientifique et technique (Godin, 1999). Inévitablement, un meilleur maillage entre le milieu de l'éducation et les acteurs de la promotion des sciences permettrait de favoriser l'édification d'une telle culture chez l'élève. D'ailleurs, le CST (2004) souligne que la réforme propose une avenue de rapprochement entre l'école, les acteurs qui œuvrent au développement des savoirs scientifiques et techniques et les organismes qui font la promotion des sciences. Or, un tel rapprochement entre les producteurs de savoirs et le milieu de l'éducation s'avère souhaitable; il faut rappeler qu'à une certaine époque, ce sont ces mêmes acteurs de premier plan qui ont contribué à introduire la science à l'école.

### **1.2.1 Deux pionniers qui ont ouvert le champ de la vulgarisation scientifique<sup>6</sup>**

Malgré les deux siècles qui séparent Noël-Antoine Pluche (1688-1761) de Conrad Kirouac<sup>7</sup>(1885-1944), ces deux hommes épris de foi et de science ont eu une influence notable dans la diffusion de la culture scientifique auprès des jeunes lecteurs. Bien avant que la science soit enseignée à l'école, *Le Spectacle de la nature* (abbé Pluche, 1732) et *Récits laurentiens* (frère Marie-Victorin, 1919), respectivement premier ouvrage de littérature scientifique enfantine français (Raichvarg et Jacques, 1991) et québécois (Guillemette, 2003), ont contribué à rendre la science accessible aux jeunes. En France, la place des sciences à l'école ne serait d'ailleurs pas étrangère aux œuvres de Pluche. En effet, « l'introduction d'une pédagogie des sciences à l'école a bénéficié des expériences antérieures de vulgarisation » (Raichvarg et Jacques, 1991, p. 43). De son côté, le frère Marie-Victorin (Guillemette, 2003) « marque l'aube d'une littérature dite de VS » en recourant à un langage accessible, concis et imagé (p. 238).

En France et au Québec, la littérature scientifique enfantine a précédé l'enseignement formel des sciences. En ce sens, elle existe toujours dans un univers parallèle à l'éducation prodiguée à l'école. C'est du moins ainsi que Jacobi, Schiele et Cyr (1990) délimitent le champ de la VS

---

<sup>6</sup> Afin de simplifier l'écriture, nous utiliserons « VS » pour désigner le champ de la vulgarisation scientifique.

<sup>7</sup> Frère Marie-Victorin

en éducation. Pour eux, la VS rend la science accessible, sans être un outil d'éducation formel. Alors que les manuels scolaires sont contraints de présenter des savoirs enseignés qui font l'objet de consensus validés par plusieurs instances du milieu de l'éducation, la VS n'est pas restreinte à un tel cadre ; elle peut définir elle-même ses procédés. En fait, selon Jacobi et *al.* (1990), la VS se distingue de l'éducation formelle puisqu'elle « [...] choisit ses méthodes et ses objectifs en dehors des contraintes des instructions officielles. Elle s'adresse à un public non captif. Elle ne participe pas au jeu des certifications sociales que confèrent les diplômes. » (Jacobi et *al.*, 1990, p. 84). Pour désigner ce cadre non formel dans lequel se déroule des apprentissages, Falk (2001) utilise l'expression *free-choice learning environments* qui montre bien l'absence de restriction dans l'espace, la méthode, le procédé ou la séquence d'appropriation. Affranchie de toute obligation envers l'école, la VS peut ainsi choisir librement ses thèmes de prédilection. Par exemple, un organisme qui travaille à la conservation d'une tourbière pourra concevoir des outils de vulgarisation afin de sensibiliser les jeunes lecteurs à la fragilité d'un tel milieu.

### **1.2.2 Une multitude de publications pour diffuser la science**

Les productions des acteurs de la promotion des sciences étant à l'affût des nouvelles découvertes scientifiques, l'école peut puiser au sein de ces ressources non formelles qui « [...] offrent une prise concrète sur les développements scientifiques et technologiques contemporains et assurent une mise à jour des connaissances sur des questions en très rapide progression » (CST, 2004, p. 71). Par exemple, un ouvrage documentaire sur des catastrophes naturelles, une fiche sur un insecte tirée d'un site Internet, un magazine jeunesse sur des inventions, un article de journal sur la migration des monarques ou un calendrier des phases lunaires produit par un planétarium constituent, entre autres, des ressources variées destinées à diffuser les sciences auprès des jeunes lecteurs.

Bien qu'elles ne soient pas conçues spécifiquement pour une utilisation académique (Jacobi, 2005), ces publications trouvent leur chemin vers les bancs d'école. Que ce soit dans le contexte d'une recherche documentaire, pour introduire une situation d'apprentissage, une expérimentation ou pour continuer l'exploration après une visite dans un écomusée, la VS recèle une multitude d'occasions d'aborder la science. Pourtant, en regardant de plus près ces

publications, on réalise combien elles sont différentes, tant dans leur forme que dans le contexte de leur élaboration. D’abord, elles occupent toutes les plateformes : livres, magazines, journaux, Internet, tablettes numériques, DVD, CD-ROM et autres de plus ou moins grande envergure. Si certaines s’adressent indifféremment à des enfants ou à des adultes, d’autres se spécialisent auprès d’un jeune lectorat. De plus, qu’elle soit l’œuvre d’un scientifique, d’un journaliste, d’un communicateur scientifique, d’un animateur muséal, d’un auteur, d’un illustrateur ou de tout autre vulgarisateur scientifique<sup>8</sup>, la VS emprunte différentes méthodes pour diffuser la science au grand public. Puisque ces publications occupent une place en classe, sans être conçues ni par conséquent validées pour être mises à profit dans un contexte scolaire, il est important de se demander si elles sont pertinentes pour permettre aux lecteurs d’assimiler de nouveaux concepts scientifiques.

### **1.2.3 Des ressources d’éducation non formelles pour combler des lacunes à l’école**

À l’instar de Jacobi et *al.* (1990), nous reconnaissons qu’on ne doit pas chercher dans une publication de VS l’équivalent des contenus scientifiques des manuels scolaires. Rappelons-le, la VS est élaborée *a priori* pour l’espace du loisir (Jacobi, 2005) et non pour combler les attentes formulées par un programme d’études. En revanche, il semble que la VS et l’éducation formelle évoluent conjointement. Par exemple, le milieu de l’édition jeunesse multiplie les initiatives lors de colloques professionnels afin de proposer des occasions d’exploitation de la littérature en classe. À leur tour, les enseignants peuvent influencer l’offre de publications. Ainsi, dans une recherche américaine, on note que parmi tous les sujets scientifiques exploités dans la littérature jeunesse, les sciences de la vie (les animaux, la nature, etc.) sont beaucoup plus souvent abordées que les autres sujets<sup>9</sup> (Ford, 2004). Sackes, Trundle, Flevares (2009) suggèrent que la forte demande des enseignants pour ce thème en particulier pourrait avoir affecté l’offre des maisons d’édition. Et cet engouement pour la littérature jeunesse pourrait bien aller en s’accroissant. En effet, de plus en plus de chercheurs s’entendent sur la pertinence de recourir à la littérature jeunesse pour l’apprentissage des sciences au primaire (Morrison et Young, 2008; Morrow, Pressley, Smith et Smith, 1997; Rice, 2002). D’après Vick (2016), les textes informatifs de la

---

<sup>8</sup> Nous emploierons le terme « vulgarisateur scientifique » pour désigner tout acteur impliqué dans la conception de publications de VS.

<sup>9</sup> Comme les sciences physiques et les sciences de la Terre.

littérature jeunesse permettent de faire évoluer les démarches d'investigation des élèves en classe. Mieux encore, bien qu'elle ne soit pas élaborée *a priori* pour une intervention éducative, des chercheurs, dont Smolkin, McTigue, Donovan et Coleman (2009), reconnaissent certains avantages de la littérature jeunesse de VS sur les manuels scolaires. Selon elles, les ouvrages de littérature jeunesse qui traitent de sujets scientifiques constituent, bien souvent, d'excellentes références pour aider les enseignants à expliquer les concepts scientifiques aux élèves. Au Québec comme aux États-Unis, de nombreuses recherches ont démontré les difficultés éprouvées par les auteurs de matériel didactique pour aborder les savoirs scientifiques en classe. Dans une recherche publiée en 2006, Hasni et Roy ont noté des lacunes importantes « sur le plan didactique, sur le plan des savoirs scientifiques et des démarches d'appropriation » (p. 157). De fait, les manuels scolaires évalués proposaient une démarche scientifique stéréotypée dans laquelle les protocoles scientifiques étaient élaborés à l'avance, et les élèves n'avaient qu'à les appliquer. À d'autres moments, les élèves étaient invités à lire de courts textes afin de s'approprier des concepts plutôt que de recourir à des démarches scientifiques - autant de considérations qui ne cadrent pas avec les processus de construction de la science. Certaines recherches ont également exprimé des réserves à l'égard de l'interdisciplinarité dans les manuels scolaires. C'est le cas de Turcotte et Lenoir (2001) qui ont analysé la collection *Mémo*. Loin de proposer un apprentissage intégré, cette collection didactique serait organisée selon une simple logique de transmission des connaissances, d'après les chercheurs. Évidemment, les compétences des enseignants à tirer profit de ces ouvrages peuvent être également mises en cause. D'ailleurs, le Conseil supérieur de l'éducation reconnaît la nécessité d'assurer un développement continu des compétences professionnelles du personnel enseignant dans son avis *Un nouveau souffle pour la profession enseignante* (2004). En somme, si le matériel didactique québécois rencontre quelques difficultés à combler les attentes des programmes du primaire, il semble que la littérature jeunesse occupe une place dans le programme de français et de science et technologie du primaire du Québec (2001). Toutefois, peu de travaux se sont penchés sur l'utilisation de la littérature jeunesse pour l'apprentissage des sciences au Québec.

Ainsi, intrigué par l'évolution des conceptions scientifiques des jeunes lecteurs du primaire au contact de la VS, nous nous sommes tourné vers des recherches sur l'utilisation de la littérature au primaire qui nous permettront de considérer les avantages et les inconvénients de recourir à

ces publications. Comme les textes issus des différents médiateurs scientifiques, les articles de revues et de journaux et les sites Internet à l'intention des jeunes ont fait l'objet de peu de travaux, nous considérerons uniquement des recherches sur l'utilisation de la littérature jeunesse, puisqu'elles sont fort bien documentées.

### **1.3 Les publications de la littérature jeunesse : pertinentes pour aborder les sciences?**

Pour beaucoup d'enfants, les premiers contacts avec la science se font par l'intermédiaire de la littérature jeunesse. Qui n'a pas découvert les animaux de la ferme en feuilletant un imagier? Qui n'a pas rêvé de faire partie de l'univers futuriste d'Asimov? Ou de voyager dans le corps humain à bord de « l'autobus magique »? Pour Sackes, Trundle et Flevares (2009), la qualité de certaines publications de littérature jeunesse de VS éveille la curiosité des jeunes élèves et alimente une soif de savoirs envers la science. Ford (2006) abonde également en ce sens et croit qu'en proposant une mise en page adaptée, ainsi que des textes et des illustrations de qualité, plusieurs ressources de littérature jeunesse de VS ciblent d'abord l'intérêt des jeunes. Butzow et Butzow (2000) signalent que la qualité des certains textes narratifs de la littérature jeunesse de VS aide les lecteurs à apprendre les contenus scientifiques. Selon Tower (2002), la présence d'illustrations au sein de la mise en page permet aux jeunes lecteurs de retenir nombre d'informations que, dans certains cas, le texte seul n'aurait pu permettre. Pour Pappas (2006), le documentaire initie quant à lui le lecteur à l'enquête scientifique en utilisant la langue des spécialistes et en présentant la science telle qu'elle est conduite. Pas surprenant que la littérature jeunesse soit de plus en plus utilisée pour aborder les sciences en classe (Schroeder, Mckeough, Graham, Stock et Bisanz, 2009). Pour dénicher les ouvrages les plus pertinents, plusieurs chercheurs, dont Atkinson, Matusevich et Huber (2009), proposent aux enseignants différents outils et critères de sélection précis. Néanmoins, bien que la littérature jeunesse présente un intérêt pour aborder les contenus scientifiques, des chercheurs y ont décelé également certaines lacunes.

#### **1.3.1 Les représentations de la science au sein de la littérature de vulgarisation scientifique**

Puisqu'elle s'intéresse à la science telle qu'elle se construit, on pourrait croire que la littérature jeunesse scientifique aborde des sujets d'actualité et qu'elle décrit le travail du chercheur dans

toutes ses nuances. Pourtant, il semble qu'elle souffre elle-même de certains maux qui affligent les manuels scolaires. Entre autres, on y présenterait souvent des éléments de contenu d'une manière dogmatique, ce qui projetterait une image de la science détachée de la réalité.

Intriguée par les représentations de la science véhiculées au sein de la littérature jeunesse, la chercheuse Ford (2006) a analysé quelque quarante-quatre ouvrages, principalement des documentaires. Elle a réalisé que les connaissances scientifiques étaient généralement présentées comme de simples faits, les scientifiques n'étant que rarement mentionnés comme étant les instigateurs de ces découvertes. Qui plus est, lorsque ceux-ci étaient introduits, ils apparaissaient comme des détenteurs du savoir, plutôt que des êtres curieux en quête de réponses et en proie à des démarches tâtonnantes. Au sein des livres d'expériences, qui proposent aux enfants de réaliser différentes démarches d'investigation, la chercheuse note une grande simplification du travail du scientifique. Par exemple, au cœur de plusieurs de ces ouvrages, on retrouve le message implicite selon lequel toute personne qui se comporte comme un scientifique en est un. Compte tenu des démarches limitées qui y sont proposées, Ford (2006) s'interroge sur la possibilité réelle pour un lecteur de se construire une représentation fidèle de la science en lisant ces livres. De plus, certains aspects des démarches à caractère scientifique semblent occuper une place prépondérante (l'observation et la collecte de données) par rapport à d'autres (l'analyse et l'élaboration de théories), qui sont peu mentionnées (Ford, 2006).

Parallèlement à ces recherches, Dagher et Ford (2005) ont analysé comment sont dépeints les scientifiques dans douze biographies destinées à des jeunes lecteurs du primaire. L'analyse a permis de mettre en relief un traitement différent de l'information véhiculée selon l'âge du public visé. Ainsi, dans les ouvrages destinés aux plus jeunes lecteurs du primaire, les chercheuses remarquent une simplification marquée du travail des scientifiques, ne donnant que peu de détails sur le déroulement de leurs expériences et sur les chemins qui les ont amenés à construire leurs connaissances. Il en est tout autrement dans les biographies pour les lecteurs des cycles supérieurs du primaire. Les descriptions sont en effet plus riches et permettent d'aborder des concepts plus complexes. Toutefois, les auteures remarquent, ici encore, que certaines démarches, notamment l'observation, ont préséance sur d'autres. On décrit souvent les scientifiques qui ont marqué l'histoire comme des travailleurs solitaires qui, dès leur jeune âge,

étaient prédisposés à devenir des « grands », renforçant du même coup le mythe du chercheur héroïque et souvent asocial. Si les biographies des scientifiques contemporains permettent d'aborder leurs démarches avec plus de nuances, bien peu d'éléments permettent toutefois au lecteur de mettre en relation la concrétisation des théories avancées.

« While we realize that biography writers may not have a commitment for a history and philosophy of science agenda, we contend that those authors de facto engage in sketching historical and philosophical accounts of science around the character of their biography that can distort events, conflate findings, and misinterpret controversies. Thus, authors of biographies need to pay more attention to the tactics they use to simplify the historical record and ought to invest more effort in avoiding mythical accounts along the heroic, discover, declarative and politically correct types discussed by Milne (1998) » (Dagher et Ford, 2005, p. 391).

Néanmoins, malgré une ligne éditoriale serrée, un nombre de pages limité et un niveau de difficulté prédéterminé, il apparaît tout à fait possible pour le vulgarisateur scientifique, selon Dagher et Ford (2005), de présenter le travail d'un chercheur en évitant plusieurs petits pièges qui contribuent à en dénaturer la substance. Or, s'il s'avère possible, selon ces chercheuses, de projeter une image réaliste du travail d'un scientifique et des démarches qui contribuent à édifier les bases de la science, encore faut-il présenter des concepts scientifiques qui soient exacts en évitant de véhiculer des fausses conceptions qui pourraient engendrer de la confusion dans les conceptions scientifiques des jeunes lecteurs. Qu'en est-il justement des éléments de contenu qui sont présentés dans la littérature jeunesse de VS?

### **1.3.2 Les fausses conceptions, l'anthropomorphisme et les faits scientifiques erronés**

Afin d'étudier le contenu scientifique de différentes variétés de textes au sein de la littérature jeunesse de VS, cinquante ouvrages, respectivement des fictions réalistes et fantaisistes et des documentaires, ont fait l'objet d'une analyse de contenu (Borg et Gall, 1994). Les chercheuses Rice et Rainford (1996) se sont intéressées à l'exactitude des concepts scientifiques introduits, à la présence de fausses conceptions véhiculées et aux informations pouvant suggérer le développement de telles conceptions chez le lecteur. Elles ont mis en évidence l'existence de concepts justes et erronés, de fausses conceptions explicites et implicites ou de leurs précurseurs,



au sein des trois types de textes. Une recherche plus récente menée en 2008 par Trundle, Troland et Pritchard a également révélé la présence de faits scientifiques erronés et d'images inexactes au sein de la littérature de VS pour enfants. Ces chercheurs ont analysé quatre-vingts ouvrages de littérature jeunesse qui mettent en scène la Lune et ses différentes phases. Dans cette étude, plusieurs des ouvrages présentaient seulement certaines phases de la Lune, et les dessins n'étaient pas toujours fidèles à la réalité scientifique. Or, en tenant compte de ces résultats de recherche, nous nous interrogeons sur l'influence de ces concepts erronés ou fausses conceptions au sein des ouvrages de la VS sur les conceptions scientifiques des jeunes lecteurs.

Afin de prendre conscience de l'évolution au sein des conceptions scientifiques des jeunes lecteurs, nous nous sommes tourné vers une recherche de Mayer (1995) qui prend en compte les concepts intégrés par les enfants après une lecture. Ainsi, la chercheuse a lu le livre *Dear Mr. Blueberry* (James, 1991) à seize enfants de la maternelle à la troisième année du primaire (1995). Dans cet ouvrage jeunesse, l'enseignant (M. Blueberry) écrit à une fillette afin de l'amener à dépasser ses fausses conceptions concernant la baleine. Après la lecture, chaque enfant devait raconter l'histoire dans ses propres mots, répondre à dix questions et dessiner une baleine afin de permettre à la chercheuse d'évaluer leurs apprentissages. La lecture de l'ouvrage a été faite par la chercheuse afin de contourner les différentes difficultés de lecture chez ces catégories d'apprenants. Mayer (1995) a pu mettre en évidence le fait que les enfants n'avaient retenu que quelques informations sur la baleine. En revanche, des conceptions erronées étaient apparues à la suite de la lecture. Par exemple, les enfants avaient retenu que les baleines peuvent sauter de l'étang à l'océan, qu'elles mangent (toutes) des poissons et des crevettes, qu'elles ont un ventre blanc ou jaune et qu'elles peuvent avoir des noms. Par ailleurs, des enfants avaient retenu certaines conceptions erronées de la jeune fille de l'histoire, ce qui révèle le risque inhérent au traitement de faits scientifiques exacts et de conceptions erronées au sein d'un même texte. Également, en faisant dessiner les enfants après la lecture, la chercheuse a pu déterminer que les illustrations de l'ouvrage avaient été une source de fausses conceptions. Certains enfants auraient même pris la baleine pour une personne, en raison de l'anthropomorphisme véhiculé dans le texte. Bien que cette recherche ne permette pas de statuer sur la pertinence définitive de recourir à la littérature jeunesse de VS pour l'apprentissage des sciences, elle permet néanmoins de cerner deux obstacles majeurs à l'apprentissage, soit la place des conceptions erronées et

l'attribution de caractéristiques comportementales humaines à des animaux. Parallèlement, dans une recherche portant sur la façon dont les enfants développent leur compréhension du monde, Kazemek, Louisell et Wellik (2004) ont pu montrer que lorsque des parents lisaient des livres présentant des concepts erronés à leurs enfants, cela contribuait à induire leurs fausses conceptions. Or, si traiter d'un concept et d'une fausse conception risque de confondre le jeune lecteur, qu'en est-il de l'influence de l'adulte qui accompagne ce lecteur?

### **1.3.3 Le lien d'autorité, les conceptions scientifiques et la construction de savoirs**

Owens (2003) s'est également intéressée aux fausses conceptions scientifiques héritées de la littérature jeunesse. Pour elle, ces conceptions peuvent être issues du contenu proposé dans l'ouvrage, de l'autorité que les lecteurs enfants et adultes lui confèrent, et à la façon dont sont communiquées les idées au sein de ce livre. Ces considérations peuvent s'avérer pertinentes puisqu'une fois cette autorité reconnue, on peut alors mieux déterminer la façon de faire évoluer les conceptions des élèves. Citant Rice (2002), Owens (2003) rappelle qu'on peut tout aussi bien informer qu'engendrer la confusion dans les conceptions scientifiques d'un enfant lorsqu'on lui fait la lecture. Recourant à une recherche de Rice et Snipes (1997), Owens rappelle l'influence de l'ouvrage sur le lecteur.

Dans leur recherche, Rice et Snipes ont voulu approfondir la recherche de Mayer (1995). Reprenant le thème de la baleine, elles ont choisi cinq ouvrages jeunesse qui présentaient des faits erronés et des fausses conceptions, et elles ont élaboré un court questionnaire directement en lien avec ces concepts. Ici encore, pour minimiser l'écart entre les aptitudes de lecture des élèves, les textes et les questions ont été lus aux élèves. Ainsi, avant et après la lecture de ces ouvrages, des élèves de deux classes de deuxième année du primaire et une classe de quatrième année devaient répondre aux questions. Les chercheuses ont par la suite pu identifier si les élèves avaient été influencés par la lecture des ouvrages. Bien que la plupart des questions n'aient pas changé après la lecture des ouvrages, les chercheuses ont noté que lorsque les élèves changeaient leurs réponses, celles-ci correspondaient aux informations justes ou fausses véhiculées dans les textes (Rice, 2002), ce qui tend à renforcer l'idée de ce lien d'autorité avec l'ouvrage.

### **1.3.3.1 Le premier niveau d'autorité : le texte documentaire sur le fictif**

Toujours selon Owens (2003), on distingue deux niveaux d'autorité d'un ouvrage sur le lecteur. Le premier niveau correspond au langage de l'auteur et de l'illustrateur. Owens (2003) suggère qu'un texte informatif aura plus de crédibilité aux yeux de l'enfant qu'un ouvrage fictif traitant du même sujet. Bien que de nombreuses recherches aient montré une prédominance du texte fictif sur l'informatif dans le choix des enseignants du primaire (Donovan et Smolkin, 2001; Duke, 2000; Pappas, 1993, notamment), il semble que le texte informatif propose des occasions uniques pour les jeunes lecteurs de faire des apprentissages (Auger et Jacobi, 2003; Camp, 2000, Duke et Kays, 1998; Pappas, 2006, Shine et Roser, 1999; Tower 2002). Appuyée par Maduram (2000) et par Pappas (1993), Owens (2003) évoque cette crédibilité que le jeune lecteur confère au texte informatif lorsque celui-ci est soutenu par des images ou des photographies détaillées.

### **1.3.3.2 Le deuxième niveau d'autorité : le choix du livre exposé**

Selon l'auteure, le deuxième niveau d'autorité ou de crédibilité vient de l'enseignant qui choisit un ouvrage au détriment d'un autre. Pour l'élève, le fait que son enseignant présente un livre devant le groupe lui donne un statut particulier. Il ne sera pas tenté de remettre en cause l'information véhiculée dans l'ouvrage. Ainsi, s'il s'avérait qu'une information erronée ou une fausse conception soit présente dans le livre et que le lecteur n'ait pas développé un esprit critique face à l'ouvrage qu'il consulte, il pourrait intégrer un tel concept à ses connaissances. De telles considérations rappellent le rôle déterminant de l'adulte médiateur dans le choix d'un livre, mais également dans son cheminement tout au long de la lecture. En effet, l'adulte peut être appelé à jouer un rôle important lorsque vient le temps d'amener l'enfant à s'approprier le langage proposé dans le texte.

### **1.3.3.3 Comment aider l'enfant à s'approprier le langage scientifique?**

Enfin, un ouvrage peut présenter des concepts tout à fait exacts sur le plan scientifique, mais être écrit dans un langage qui n'a pas de sens pour le jeune lecteur. C'est à ce moment que l'enfant, soucieux de relier les concepts complexes aux idées qu'il se fait, crée son propre dialogue pour combler les trous (Owens, 2003). L'auteure suggère alors à l'enseignant d'accompagner l'élève en l'aidant à traduire les mots et à comprendre les images :

« (...) I have found that children understand the science content of terminology-heavy texts far better when I translate each new concept into everyday language and relate it to relevant aspects of the accompanying illustrations. That this is not automatic for early childhood teachers, who translate other difficult words for our young listeners, is mute testimony to the power that factual terms have to limit questioning. » (Owens, 2003, p. 61)

Parfois, les images et les mots parlent par eux-mêmes et aident l'enfant à se construire une interprétation, biaisée ou non, des concepts introduits. À une ère où l'information est omniprésente, les ressources de VS destinées aux jeunes ne négligent pas les superlatifs, les images et les informations tape-à-l'œil au sein de la mise en page pour capter l'attention du jeune lecteur. Par exemple, pour répertorier les plus grands prédateurs, présenter des catastrophes naturelles ou pour décrire l'aspect rebutant d'un insecte, on exploite un élément particulier de l'information qui permet d'attirer l'attention du lecteur. Owens (2003) reconnaît que si ce traitement permet de capter et de maintenir l'intérêt des enfants, qui peuvent alors inventer leurs propres histoires et interpréter ce qu'on leur présente, cela contribue également à engendrer de fausses conceptions chez eux. On n'a qu'à penser au traitement de l'image et de l'information qu'on réserve aux requins, par exemple. Les requins étant souvent présentés comme un redoutable prédateur de l'homme, peu de gens savent qu'à peine 15 espèces de requins sur 350 sont susceptibles de s'en prendre à un être humain. Puisqu'il ne fait aucun doute pour la chercheuse que la façon d'introduire un concept et de présenter une image a une grande incidence sur le développement de fausses conceptions chez l'enfant, elle propose trois comportements à adopter afin de permettre à l'enfant de construire son savoir. (1) Encourager l'enfant à remettre en question ce qui lui est présenté; (2) proposer à l'enfant des questions qui lui permettent de remettre en cause la plausibilité des faits présentés ou de l'illustration; (3) traduire les termes plutôt plus abstraits du texte, ou encore introduire des métaphores qui permettront à l'enfant de mieux appréhender un nouveau concept (Owen, 2003).

Donc, nous venons de l'exposer, tant les représentations de la science véhiculées au sein de la littérature jeunesse, l'exactitude des faits scientifiques exposés et leurs interactions avec les conceptions initiales des lecteurs, l'autorité conférée à un ouvrage que le niveau de langage peuvent influencer sur la compréhension d'un savoir scientifique présenté au sein d'un ouvrage. Du point de vue des concepteurs de littérature jeunesse, les différentes recherches que nous venons

d'exposer montrent une certaine méconnaissance, à la fois des contenus scientifiques présentés aux lecteurs et des processus de transmission des savoirs. Qui plus est, selon Giordan et Raichvarg (1986), les concepteurs de VS envisagent leurs textes à partir d'une idée qu'ils se font de leurs jeunes lecteurs. D'après les chercheurs, les éléments de contenu qui sont transposés, le choix des images, des schémas, etc. sont présentés à travers l'idée que les concepteurs se font des façons de comprendre des jeunes lecteurs. Giordan et Raichvarg (1986) encouragent les concepteurs de VS à s'intéresser aux questions que les enfants se posent. Ils croient que les concepteurs devraient commencer par déterminer les problèmes qui motivent les jeunes lecteurs avant de penser à leur donner les clés pour les résoudre. Également, les chercheurs pensent qu'une publication de VS devrait débiter en réfutant les idées déjà en place dans la tête des jeunes lecteurs, plutôt que de simplement « plaquer des savoirs ». Enfin, Giordan et Raichvarg (1986) formulent l'hypothèse qu'une meilleure connaissance des mécanismes de compréhension des jeunes lecteurs et des problèmes qu'ils ont pu rencontrer pourrait orienter le choix des éléments à transposer dans leur texte de VS.

À la lumière de ces résultats de recherche, nous nous tournerons donc vers des travaux qui se sont intéressés aux processus d'apprentissage induits par la lecture de textes scientifiques. Ces recherches menées par des chercheurs en sciences de l'éducation et en didactique des sciences nous amèneront à nous questionner sur les pratiques susceptibles d'améliorer cette communication entre le vulgarisateur scientifique et le jeune lecteur.

#### **1.4 L'apprentissage de la science dans les textes scientifiques**

Depuis quelques décennies, les recherches ont permis de mieux définir les processus inhérents à l'apprentissage par la lecture de textes. Elles ont mis en lumière différentes variables pouvant affecter le niveau de compréhension, notamment les connaissances du lecteur, ses habiletés à évoluer au sein de la structure du texte et ses intérêts (Alexander et Jetton, 2000). Mais qu'en est-il de la lecture de textes scientifiques? L'assimilation d'éléments d'informations d'un texte peut-elle réellement conduire à la construction d'un savoir scientifique?

### 1.4.1 Les conceptions alternatives des lecteurs

Au vingtième siècle, les travaux menés en psychologie cognitive par Piaget (1928), Bachelard (1938) et Ausubel (1963) ont montré que peu importe l'âge ou l'étendue de son savoir, un apprenant dispose de représentations mentales lui permettant d'expliquer le monde qui l'entoure. Tout jeune, l'enfant construit sa représentation du monde au contact du réel. Ses expériences au quotidien, les contacts avec son environnement et les interactions avec ses pairs influencent les idées qu'il se fait. Loin d'être validées, ces représentations scientifiques se réfèrent souvent à des conceptions alternatives (Pfundt et Duit, 1991), aussi appelées préconceptions, raisonnements spontanés, déjà-là conceptuels, etc., qui pourront éventuellement déboucher sur un savoir scientifique. Maria (1997) propose trois critères pour décrire les conceptions alternatives : (1) elles diffèrent des idées scientifiques reçues; (2) elles sont reliées à un concept scientifique et non à un simple fait (Strike et Posner, 1992); et (3) elles sont issues d'une intuition développée à partir d'une expérience antérieure (Gardner, 1991).

Or, pour décrire l'évolution de ces conceptions, différents modèles de changements conceptuels ont été élaborés. D'abord initié par Kuhn (1962) dans son ouvrage phare *La structure des révolutions scientifiques*, puis repris plus tard par Posner, Strike, Hewson et Gertzog (1982), de même que d'autres auteurs, le concept de changement conceptuel décrit cette réorganisation des connaissances qui s'opère lorsqu'un apprenant fait l'apprentissage d'un nouveau savoir. Selon Kuhn (1962), les connaissances scientifiques évoluent lorsqu'on passe d'un paradigme, une base théorique, à un autre. Un tel changement ne pouvant s'accomplir sans révolution, le passage vers un autre paradigme constitue donc un changement conceptuel. La signification conférée à un concept n'est plus la même dans ce nouveau paradigme (Vosniadou, 2008). Le passage du modèle géocentrique au modèle héliocentrique, dont nous avons discuté en introduction, est utilisé par Kuhn pour illustrer ce changement de paradigme. Avant les travaux de Copernic, la croyance généralement admise et reconnue par l'Église voulait que la Terre soit immobile et qu'elle occupe le centre de l'Univers, les planètes et autres objets célestes gravitant autour. Les travaux du brillant théologien, qui contredisaient ceux de ses prédécesseurs, dont Ptolémée, Platon et Aristote, eurent l'effet d'une révolution scientifique, qualifiée de « révolution copernicienne » par Kuhn auprès de ses contemporains. Il s'ensuivit alors une période de vive

tension au sein de la communauté scientifique de l'époque. Les travaux controversés de Copernic remettant en question les fondements même de l'organisation de l'Univers, et par ricochet faisant douter de la position centrale de notre planète dans l'Univers, peu d'hommes de sciences y adhèrent, et nul ne le fit ouvertement. Même Galilée dut renier ses convictions coperniciennes pour éviter le châtement, bien que les travaux de Kepler et de Newton aient confirmé plus tard ses prétentions. Parallèlement, certaines conceptions scientifiques sont si bien ancrées dans l'esprit des apprenants qu'elles nécessiteraient également une révolution. En effet, des recherches démontrent que les conceptions alternatives sont très résistantes au changement (Dole et Smith, 1989), qu'elles ne sont pas affectées par un enseignement (Champagne, Gunstone et Klopfer, 1982) et persistent même souvent jusqu'à l'âge adulte. Le tableau I présente des conceptions alternatives fréquentes chez les jeunes élèves du primaire tirées de notre pratique enseignante.

- ❖ Le reflet de l'océan explique le bleu du ciel;
- ❖ Tous les métaux sont attirés par les aimants;
- ❖ L'ours est un hibernant;
- ❖ Les objets lourds coulent et les objets légers flottent;
- ❖ Tous les animaux n'ont qu'un cœur;
- ❖ Les bosses du chameau contiennent de l'eau;
- ❖ Le code génétique humain est bien différent de celui d'un moustique;
- ❖ L'air ne pèse rien.

Tableau I : Conceptions alternatives d'élèves du primaire

Les conceptions alternatives énumérées au tableau I sont quelques exemples de représentations qui permettent à un apprenant de comprendre le monde qu'il découvre. Par exemple, une conception alternative veut que les hommes des cavernes et les dinosaures se soient côtoyés dans l'histoire. Quoique les grands reptiles aient disparu de la surface de la Terre environ soixante-cinq millions d'années avant les premiers humains, un sondage national effectué en 2009 par la *California Academy of Sciences* a révélé que 41 % des Américains croyaient qu'ils

avaient coexisté<sup>10</sup>. Difficile de renverser une telle conception, probablement issue de l'abondante littérature et filmographie sur le sujet. Peut-être, mais qu'en est-il lorsque plutôt que de le questionner simplement sur un fait, on place un apprenant en position de résoudre une situation-problème complexe? Prenons l'exemple de deux sphères d'apparence identique, mais de masse différente, qu'on laisserait tomber d'une certaine hauteur. Si on demande à de jeunes apprenants laquelle arrivera au sol en premier si elles sont lâchées d'une même hauteur, une conception alternative fréquente veut que l'objet le plus massif arrive en premier. Mais, suffit-il d'en faire la démonstration dans un texte pour induire un changement conceptuel chez le lecteur? En d'autres mots, un texte scientifique peut-il à lui seul amener un tel changement au sein des conceptions du lecteur? Pour y répondre, il importe de se questionner d'abord sur la structure d'un texte et les mécanismes d'apprentissage des jeunes apprenants.

#### **1.4.2. La structure d'un texte : comment en tirer profit?**

Meyer et Freedle (1984) se sont penchés sur les différentes façons d'organiser l'information dans un texte, et ils ont démontré que celles-ci avaient une incidence directe sur les informations retenues par les lecteurs. De nombreuses recherches, dont celle d'Alvermann (2001), se sont intéressées à la compréhension de texte comme moteur d'apprentissage. Or, bien que les mécanismes qui sous-tendent l'apprentissage induit par la lecture de textes scientifiques aient fait l'objet de nombreux travaux, ils demeurent encore mal connus. Nous savons que pour comprendre un texte, le lecteur doit se construire une représentation mentale des éléments qui y sont véhiculés (Kintsch, 1986) et les intégrer au sein de ses connaissances existantes (Goldman et Bisanz, 2002). Afin d'y arriver, il doit pouvoir s'appuyer sur un texte proposant une structure qui soit cohérente avec ses propres conceptions.

##### **1.4.2.1 Des textes scientifiques qui confrontent les conceptions des apprenants**

Au tournant des années 1980, les travaux menés en sciences de l'éducation (Lipson 1983; Maria et MacGinitie 1981, 1982, 1983; Smith, Readence et Alvermann 1984) et en didactique des sciences (Roth, 1985) se sont penchés sur le rôle des connaissances antérieures et des conceptions alternatives des jeunes lecteurs sur leurs apprentissages lors de la lecture d'un texte.

---

<sup>10</sup> <[www.calacademy.org](http://www.calacademy.org)>



Ces chercheurs se sont demandé si la sollicitation<sup>11</sup> des conceptions avait un impact sur la compréhension de texte. Avant la lecture, on invitait les jeunes apprenants à décrire leurs conceptions alternatives, on les questionnait, ou alors on les amenait à faire une prédiction. Puis, ils devaient lire un texte compatible ou non avec leurs conceptions alternatives, et étaient appelés à répondre à un questionnaire à choix de réponses par la suite. Ces recherches ont montré qu'en plaçant de jeunes lecteurs devant des concepts scientifiques contre-intuitifs, c'est-à-dire qui contredisaient leurs conceptions alternatives, ceux-ci n'étaient pas tentés de se laisser séduire et gardaient leurs idées de départ. À l'inverse, Peeck, van den Bosch et Kreupeling (1982) ont montré qu'activer les conceptions alternatives de jeunes apprenants d'âge primaire pouvait faciliter l'appropriation de concepts scientifiques contre-intuitifs. Cependant, lorsque les conceptions alternatives étaient compatibles avec les idées véhiculées dans le texte, cette sollicitation n'avait pas d'effet particulier. Or, devant une telle contradiction entre les données de Peeck et *al.* (1982) et les autres recherches, on peut se questionner sur les moyens d'activer les conceptions alternatives, le degré d'attachement réel des jeunes apprenants face à ces conceptions et la portée contre-intuitive des concepts pour chaque apprenant. Difficile de mesurer à quel point un concept est contre-intuitif pour un lecteur par rapport à un autre. Aussi, un texte peut présenter plus de concepts généralement reconnus comme contre-intuitifs en comparaison avec un autre texte. On peut s'interroger également sur les mécanismes complexes qui s'opèrent lorsqu'on active les conceptions alternatives d'un jeune apprenant et que les informations contre-intuitives d'un texte l'emportent. Si aucun consensus ne se dégage quant au rôle de la sollicitation des conceptions avant une lecture, Maria et MacGinitie (1981, 1982) ont pu mettre en évidence l'importance de confronter les conceptions alternatives des jeunes lecteurs au sein d'un texte. Ainsi, en lisant un texte qui identifie ses conceptions alternatives erronées, le lecteur pourra mieux en assimiler le contenu que celui d'un autre texte qui ne fait qu'introduire des concepts sans vouloir remettre en cause ses conceptions.

En 1992, Guzzetti, Snyder et Gamas ont recensé vingt-trois recherches qui ont démontré qu'un texte pouvait affecter les conceptions alternatives des apprenants. Dans ces études, les

---

<sup>11</sup> « Prior knowledge activation »

chercheuses ont cerné deux types de textes<sup>12</sup> susceptibles d'amener un changement conceptuel, soit le texte de réfutation et l'activité d'activation des conceptions<sup>13</sup>. Le texte de réfutation<sup>14</sup> est une production écrite dans laquelle la conception alternative de l'apprenant est énoncée, puis explicitement réfutée, et enfin confrontée à l'explication scientifique reconnue. Ce type de texte scientifique a fait l'objet de nombreux travaux de recherche depuis le début des années 1980. De son côté, l'activité d'activation des conceptions sollicite la conception alternative de l'apprenant vis-à-vis d'un concept, puis la confronte avec l'explication scientifique, afin de faire ressentir une insatisfaction à l'apprenant et de l'amener ainsi à modifier sa conception initiale. En d'autres mots, le premier texte expose clairement au lecteur l'incongruité de sa conception alternative, et le deuxième expose l'invraisemblance de conceptions contradictoires :

« Refutation text created this cognitive dissonance by explaining why the misconception was incorrect. Augmented activation activities did so by directing the reader's attention to contradictory information in the text or by illustrative demonstrations that showed incongruity with existing beliefs. » (Guzzetti et al., 1992, p. 648)

La figure 1 de la présente un exemple de texte de réfutation tiré d'un ouvrage de la littérature jeunesse.

« Contrairement à ce que bien des gens croient, ce n'est pas parce que la Terre se rapproche du Soleil que l'atmosphère se réchauffe [**conception alternative**].

En fait l'alternance des saisons s'explique autrement [**réfutation**].

Imagine que les planètes et le Soleil évoluent dans une grande sphère céleste dont l'anneau central serait l'équateur céleste. La Terre gravite autour du Soleil en suivant une orbite inclinée de 23 degrés par rapport à cet équateur céleste. [...] [**explication scientifique reconnue**]. » (Gagnier, 2004, p. 81)

Figure 1 : Trois sections d'un texte de réfutation

---

<sup>12</sup> Nous écartons le « discussion web » qui constitue davantage un dispositif didactique par lequel un enseignant organise des groupes de discussion pour amener les élèves à confronter leurs idées.

<sup>13</sup> « Augmented activation activities » dans la littérature anglophone

<sup>14</sup> « Refutation text »

D'après Guzzetti (2000), un texte de réfutation comprend la conception alternative, sa réfutation et l'explication scientifique reconnue. Dans l'exemple ci-haut, on pourrait croire que la conception alternative selon laquelle la position relative de la Terre par rapport au Soleil affecte la température de l'atmosphère vient de l'expérience sensorielle de l'enfant lorsqu'il s'approche d'une source de chaleur. Comme le suggère Guzzetti (2000), la conception alternative est d'abord exposée, puis réfutée. Enfin, les concepts scientifiques décrivant la sphère céleste et l'inclinaison de l'orbite permettent au lecteur de mieux appréhender le phénomène de l'alternance des saisons. On pourrait aisément transformer ce texte de réfutation en activité d'activation des conceptions. Il s'agirait d'abord de demander à l'apprenant d'expliquer l'alternance au moyen d'un dessin ou d'un court texte, par exemple. Ou encore, on pourrait présenter au lecteur un modèle dans lequel la Terre serait placée en révolution autour du Soleil. Par la suite, il s'agirait de questionner le lecteur sur cette alternance des saisons. Sans réfuter de conception, on présenterait alors le modèle scientifique validé. La confrontation des deux explications devrait faire ressentir un inconfort au lecteur et le pousser à revoir ses idées de départ.

Au sein de ces recherches, Guzzetti et *al.* (1992) ont noté également un type de texte qui s'est avéré inefficace pour amener un changement conceptuel. Il s'agit du texte classique,<sup>15</sup> qui, au contraire, a renforcé les conceptions erronées des lecteurs plutôt que de les faire évoluer. Le texte classique est celui qu'on retrouve couramment en classe de sciences, dans la littérature jeunesse et dans les manuels scolaires. Le discours s'adresse indifféremment à tout lecteur. Les concepts scientifiques sont souvent introduits en suivant une logique de contenu, plutôt qu'en fonction des conceptions alternatives des lecteurs. Pour transformer le texte de réfutation sur l'alternance des saisons présenté à la figure 1 en texte classique, il s'agirait essentiellement de retrancher la présentation de la conception alternative et la réfutation pour ne laisser que la présentation des conceptions scientifiques. Citant Alvermann et Hynd (1989), Guzzetti et *al.* (1992) rappellent que les lecteurs des textes classiques ont retenu seulement les informations qui allaient dans le même sens que leurs préconceptions. Dole et Smith (1987) nuancent toutefois cette affirmation en suggérant que le texte classique s'avère néanmoins efficace à

---

<sup>15</sup> « Nonrefutational text »

amener un changement conceptuel lorsque combiné à des stratégies qui visent à solliciter un conflit cognitif<sup>16</sup> chez l'apprenant. L'année suivante, Guzzetti, Snyder, Glass et Gamas (1993) ont publié une recherche dans laquelle ils présentaient une synthèse de soixante-dix recherches expérimentales et quasi expérimentales portant sur l'induction du changement conceptuel. Leurs analyses ont permis de conclure que le texte de réfutation pouvait s'avérer efficace pour amener un changement conceptuel, particulièrement chez les élèves du primaire, et que l'activité d'activation des conceptions l'était davantage pour des étudiants universitaires (Guzzetti et al., 1993). En somme, le texte de réfutation semble convaincre les jeunes lecteurs du primaire de laisser leurs conceptions alternatives erronées de côté, alors que la démonstration de l'activité d'activation des conceptions n'affecte pas leurs conceptions. Tout porte à croire que l'explicitation de l'incongruité entre une conception alternative et un concept scientifique au sein d'un texte de réfutation soit plus accessible à la compréhension d'un jeune lecteur, et que la dualité des conceptions proposée dans une activité d'activation des conceptions puisse, au contraire, engendrer de la confusion chez le jeune lecteur.

#### **1.4.2.2 L'apprentissage par la réfutation des conceptions erronées**

Intrigués par l'influence des conceptions alternatives erronées dans la compréhension de texte, les chercheurs américains Maria et MacGinitie (1987) ont fait lire à des élèves de cinquième et de sixième années du primaire trois courts textes informatifs, afin de comprendre comment leur contenu affectait les conceptions des jeunes lecteurs. Un premier texte de réfutation présentait des conceptions alternatives d'élèves, pour ensuite les réfuter. À l'inverse, le deuxième texte introduisait d'abord les concepts scientifiques, et les mettait ensuite en contraste avec les conceptions alternatives des élèves. Le troisième texte, classique, présentait des concepts sans réfuter les préconceptions. Les chercheurs ont démontré que les deux textes de réfutation ont permis aux bons comme aux moins bons lecteurs de retenir plus d'informations et de répondre correctement à plus de questions que le texte classique. De plus, ils ont découvert que peu importe l'ordre dans lequel les informations étaient exposées et réfutées, les lecteurs changeaient

---

<sup>16</sup> « Stratégie pédagogique qui consiste à induire un doute chez le sujet à propos de ses conceptions personnelles par le biais de démonstrations, textes, etc., dont l'objectif est de susciter le changement d'une conception primitive vers une conception performante, dans l'espoir que le sujet pourra résoudre le conflit par l'adoption d'une conception au pouvoir prédictif et explicatif élargi. » (Legendre, 2005, p. 273).

leurs conceptions alternatives. Cette recherche, comme celle de Peeck, van den Bosch et Kreupeling (1982), reconnaît l'importance de souligner les conceptions alternatives des jeunes lecteurs pour les inciter à faire évoluer leurs idées. Si, à ce jour, il apparaît indispensable de considérer les conceptions alternatives du lecteur dans l'élaboration de la structure d'un texte, les recherches demeurent par contre bien muettes sur les interactions concrètes entre les conceptions alternatives des lecteurs et le changement conceptuel.

### **1.4.2.3 Un texte informatif ou narratif peut-il favoriser un changement conceptuel chez un jeune lecteur?**

En 1997, les chercheurs américains Guzzetti, Williams, Skeels et Wu ont voulu savoir comment la structure d'un texte pouvait influencer le changement conceptuel chez des élèves du secondaire. Pendant huit mois, ils ont mené une étude de cas (Stake, 1994) dans laquelle les lois du mouvement de Newton étaient présentées à des élèves de trois classes de physique de différents niveaux de compétence.<sup>17</sup> Bien que cette recherche porte sur des lecteurs plus âgés que ceux qui nous préoccupent dans le cadre de notre étude, elle permet néanmoins de mettre en lumière les différents types de textes de réfutation qui peuvent provoquer un conflit cognitif chez le lecteur. Les enseignants qui ont participé à cette recherche collaborative agissaient à titre de chercheurs associés. En plus d'enseigner, ils ont assisté les chercheurs dans la documentation de leurs échanges avec les élèves. Les traces de ces échanges ont été recueillies au sein de journaux de bord, d'entretiens individuels et de groupe (vidéo et audio), ainsi que de questionnaires. Lors des entretiens, les élèves devaient lire trois textes de réfutation, soit un texte informatif, un texte narratif et une bande dessinée. Le texte informatif et le texte narratif portaient sur le mouvement d'un projectile et l'équilibre des forces, alors que la bande dessinée présentait le concept de gravité lorsqu'un objet est soumis à une chute libre. Chacun de ces textes de réfutation présentait d'abord les conceptions alternatives d'élèves, puis dans une deuxième section de chaque texte, les réfutait. Avant et après la lecture des textes, les élèves à qui on avait préalablement enseigné les concepts étaient questionnés oralement sur leur compréhension des concepts. Par exemple, on pouvait leur demander de décrire la trajectoire d'un projectile. Ensuite, ils étaient invités à lire la première partie des textes. Puis, l'intervieweur

---

<sup>17</sup> Physical World (niveau débutant), Physics (niveau moyen) et Honors physics (niveau enrichi).

questionnait les élèves à savoir s'ils étaient surpris de ce qu'ils venaient de lire et ce qu'ils en pensaient. Ensuite, les élèves devaient lire la deuxième partie du texte qui présentait les conceptions scientifiques validées.

Les résultats des entretiens individuels ont démontré que les élèves des trois niveaux d'habileté avaient trouvé en ces textes de réfutation un support pour leurs conceptions alternatives. Ces textes avaient d'abord engendré un conflit cognitif au sein de leurs conceptions. Puis, la lecture des textes et les réflexions suscitées leur ont permis de faire évoluer leurs conceptions et d'acquérir un nouveau vocabulaire leur permettant de verbaliser ce qu'ils avaient appris. Les quelques élèves qui ont conservé leurs conceptions alternatives disposaient bien souvent, aux dires des chercheurs, de stratégies de lecture déficientes. D'autres élèves n'ont pas changé leurs conceptions alternatives, n'ayant peut-être pas été à même de résoudre les inférences véhiculées dans le texte, ou encore parce qu'ils auraient omis de lire toutes les sections d'un texte donné. Dans le cas de ces élèves, les chercheurs croient que le texte ne ciblait pas assez explicitement les conceptions alternatives, ce qui fait que les élèves n'ont pas été enclins à changer leurs conceptions. Lors des entretiens, des élèves ont suggéré aux chercheurs de mettre l'accent, dans la mise en page, sur les passages où les préconceptions sont réfutées, par exemple, en encadrant ou en surlignant ces passages importants. Cette suggestion nous apparaît particulièrement pertinente si nous devons élaborer un texte de réfutation pour des jeunes lecteurs, puisque leurs stratégies de lecture ne sont pas aussi développées que celles des lecteurs du secondaire. Bien que cette recherche démontre clairement que les textes de réfutation engendrent un conflit cognitif chez les lecteurs, Guzzetti *et al.* (1997) rappellent que lorsque le texte en question ne rejoint pas les conceptions alternatives des lecteurs, ceux-ci ont besoin de groupes de discussion pour rendre les concepts scientifiques plus accessibles. La pertinence de ces groupes de discussion pour aider à amener un changement conceptuel a également été documentée par Broughton, Sinatra et Nussbaum (2013). Ces chercheurs ont fait lire à des élèves de cinquième et de sixième années des textes sur le retrait du statut de la planète Pluton. Le groupe d'élèves qui a lu le texte de réfutation et qui a participé également à des discussions de groupe animées par un enseignant a connu un plus grand changement conceptuel et éprouvé plus d'émotions positives en lien avec cette reclassification de Pluton que le groupe qui avait seulement lu le texte de réfutation. Bien que le pouvoir du texte de réfutation à amener un changement

conceptuel soit abondamment documenté dans la littérature scientifique, ces deux recherches permettent de mettre en lumière le rôle important du groupe et de l'enseignant pour renforcer ce changement au sein des conceptions.

Interrogés sur leurs préférences de lecture, les élèves de la recherche de Guzzetti et *al.* (1997) ont majoritairement choisi le texte de réfutation, par opposition au texte classique qu'on retrouve habituellement dans les manuels scolaires, et ce « because they had alternative conceptions, and they thought they could learn better from knowing the errors in their thinking or errors they might construct in their future thinking » (p. 711). En plus de reconnaître la pertinence de ces ressources, les élèves leur ont accordé de la crédibilité pour les soutenir au sein de travaux et de débats scientifiques en classe. Les chercheurs notent que lorsqu'il y a confrontation entre les conceptions alternatives des élèves et le texte de réfutation, les élèves reconnaissent la crédibilité du texte de réfutation, car il est appuyé d'exemples concrets qui permettent de mieux apprécier l'explication proposée. Également, les chercheurs ont découvert que plus les élèves avaient un niveau de compétence élevé, plus ils appréciaient le texte de réfutation.

Comme dans la recherche de Guzzetti et *al.* (1993), le texte informatif s'est révélé plus populaire que le narratif, un sujet de l'étude ayant d'ailleurs affirmé, lors de l'entretien, avoir trouvé inutile de devoir interpréter une histoire pour assimiler des concepts scientifiques. Ces résultats vont d'ailleurs dans le même sens que ceux de Gordon et Rennie (1987), qui ont soumis des textes narratifs et informatifs sur le thème des animaux sauvages à des élèves de cinquième année du primaire. En comparant les réponses au questionnaire de type « vrai ou faux » d'un groupe de lecteurs à qui on avait fait lire un texte narratif de réfutation avec un autre groupe de lecteurs à qui on avait fait lire un texte informatif de réfutation, on a pu démontrer que les élèves qui avaient lu le texte informatif de réfutation avaient obtenu plus de bonnes réponses que ceux qui avaient lu le texte narratif de réfutation. De plus, les élèves affirment avoir trouvé l'information véhiculée au sein du texte informatif plus crédible que celle du texte narratif. Ces résultats ne sont pas sans rappeler ceux d'Owens (2003), que nous avons cités plus haut et qui mettent en lumière l'importance de la mise en page des éléments de contenu au sein du texte informatif pour rendre le texte plus crédible aux yeux d'un jeune lecteur. Toutefois, si les textes narratifs se révèlent moins crédibles que leur équivalent informatif, ils ne seraient pas moins efficaces à

amener un changement conceptuel. C'est du moins ce que sous-tend une recherche de Maria et Johnson (1989) menée auprès de lecteurs de cinquième et septième années. Les chercheurs ont découvert que les élèves qui avaient lu un texte narratif de réfutation sur l'alternance des saisons avaient obtenu de meilleurs résultats à un posttest que les élèves qui avaient lu un texte informatif de réfutation ou ceux qui avaient lu un texte classique. Or, si les deux textes s'avèrent efficaces à amener un changement conceptuel chez le jeune lecteur, le concepteur des ressources de VS doit s'appuyer sur ces résultats de recherche afin de proposer des textes variés qui supportent les conceptions alternatives des apprenants, et ce, tout en étant conscients des idées qu'ils se font de ces variantes textuelles.

#### **1.4.2.4 Un texte peut-il amener plus d'un changement conceptuel?**

Si les travaux menés par Maria et MacGinitie (1987) ont démontré que de petits paragraphes pouvaient favoriser un changement conceptuel chez des jeunes lecteurs de cinquième et sixième années du primaire, les chercheurs européens Diakidoy, Kendeou et Ioannides (2003) se sont demandés si les conceptions scientifiques des jeunes lecteurs pouvaient évoluer au sein de textes suffisamment longs pour aborder plus d'une conception. Ils ont séparé deux cent quinze élèves de sixième année en trois groupes, qui ont chacun reçu un même enseignement sur les concepts d'énergie, de force et de matière. Le premier groupe de soixante-deux élèves n'a pas reçu de lecture en appui à l'enseignement, un deuxième groupe de soixante-dix-sept élèves a lu, en plus, un texte de réfutation et enfin, un troisième groupe de soixante-seize élèves a lu un texte classique en plus de recevoir l'enseignement. Beaucoup d'élèves du primaire ne distinguent pas le concept de force de celui d'énergie, et conçoivent cette énergie comme une substance (Diakidoy et *al.*, 2003). Inspirés par ces conceptions alternatives d'élèves, les chercheurs ont élaboré un texte de réfutation de mille trente-neuf mots, conçu de manière à s'appuyer sur ces conceptions alternatives et à favoriser une restructuration de ces deux conceptions. De son côté, le texte classique de cinq cent vingt-deux mots présentait une structure inspirée des manuels scolaires et proche d'un enseignement formel : les éléments de contenu étaient présentés d'une manière factuelle visant essentiellement l'acquisition et la classification de nouveaux concepts scientifiques (Diakidoy et *al.*, 2003). Tel que le démontre le présent exemple, le texte de réfutation est significativement plus long que le texte classique. De fait, il comporte une



confrontation entre la conception fréquente du concept d'énergie et de force chez les jeunes apprenants et celle des scientifiques, et ce, en plus de faire une distinction explicite entre le concept d'énergie et de matière.

L'expérience s'est déroulée en quatre phases. La première phase consistait à séparer les groupes et à informer les enseignants de chaque groupe du déroulement de l'étude. La deuxième phase permettait d'assurer une uniformité entre les différentes leçons sur l'énergie. Le groupe d'élèves qui avait reçu seulement un enseignement a d'abord consulté des images de divers magazines pour discuter de la production et de la consommation d'énergie. Ensuite, on leur demandait de compléter deux activités dans lesquelles ils étaient amenés à s'interroger sur les différentes sources d'énergie autour d'eux et sur leur utilisation. En équipe, ils devaient, par la suite, classer trente images selon les différentes formes d'énergie qu'elles évoquaient (thermique, lumineuse, électrique, etc.), ce qui a permis à l'enseignant de discuter avec eux des formes d'énergie et des moyens de les emmagasiner. L'enseignant proposait des démonstrations aux élèves et leur posait des questions les invitant à revenir sur les formes d'énergie et les moyens de les emmagasiner. Les groupes qui ont reçu, en plus, un texte (classique ou de réfutation) ont eu droit sensiblement à la même leçon, sauf que la première activité était remplacée par la lecture du texte. Le lendemain, un test avec des réponses à développement et à choix de réponses a permis de mesurer les apprentissages à court terme (troisième phase). À la quatrième phase, un même test en deux sections a été passé un mois plus tard pour évaluer les apprentissages à plus long terme.

Dans cette recherche, les résultats aux tests immédiats et tardifs se sont avérés sensiblement les mêmes pour les élèves qui ont reçu seulement un enseignement et les élèves qui ont lu, en plus, un texte classique. Dans ces deux cas, ils se sont montrés inefficaces à amener un changement conceptuel. « In the absence of any other stimuli or activities both types of presentation, oral, printed, appear to be equally inefficient in supporting the acquisition of knowledge incompatible with existing beliefs » (Diakidoy *et al.*, 2003, p. 347). Les élèves qui ont lu le texte de réfutation, en plus de recevoir l'enseignement, ont bien performé aux tests. Les chercheurs identifient certaines limites concernant l'interprétation des données qui peut être menée sur la restructuration des conceptions des élèves après la lecture du texte de réfutation. Selon eux, leurs

tests auraient dû être plus longs et comporter davantage de questions de résolution de problèmes. Ces questions ouvertes auraient alors permis aux lecteurs de réutiliser les concepts acquis. Ils auraient alors eu une compréhension plus fine de la réorganisation qui s'était opérée au sein de leurs conceptions. Néanmoins, cette recherche démontre que des élèves qui n'utilisaient pas normalement de textes scientifiques pour réaliser des apprentissages ont réussi à faire évoluer leurs conceptions scientifiques sur les concepts d'énergie, de force et de matière. Mais, qu'en est-il justement des conceptions alternatives des élèves, celles-ci étant affectées par l'environnement de l'enfant, ses expériences de vie et ses croyances, entre autres? Peut-on imaginer qu'un même texte puisse faire évoluer les différentes conceptions alternatives d'élèves qui demeurent, somme toute, plus ou moins éloignées des conceptions scientifiques reconnues?

#### **1.4.2.5 Un texte peut-il faire évoluer différents niveaux de conceptions?**

Intrigués par cette question, les chercheurs grecs Skopeliti et Vosniadou (2006) ont construit trois textes de réfutation de longueurs différentes pour amener des élèves de troisième année du primaire à faire évoluer leur compréhension du modèle terrestre. Ils se sont interrogés à savoir lequel serait le plus pertinent pour faire évoluer les idées des élèves à propos de la Terre. Plusieurs jeunes élèves du primaire ont de la difficulté à imaginer la Terre comme un objet céleste avec ses caractéristiques propres. Ils la conçoivent plutôt comme un simple objet physique doté d'une gravité vers le bas, d'une solidité, d'une stabilité, etc. (Skopeliti et Vosniadou, 2006). Inévitablement, cette conception alternative affecte leur compréhension du modèle terrien. Le premier texte de réfutation s'inspirait de la conception selon laquelle la Terre est un objet plat, et le deuxième texte intégrait également la conception d'une gravité du haut vers le bas. Enfin, le troisième texte ajoutait à ces deux conceptions alternatives l'idée selon laquelle la Terre est un objet céleste. Les quatre-vingt-huit élèves de troisième année ont été séparés aléatoirement en trois groupes. Chacun d'eux a reçu un texte différent, qui intégrait soit une seule conception alternative (texte court n°1), deux conceptions alternatives (texte moyen n° 2) ou trois (texte long n° 3). Un même questionnaire de dix questions faisait office de prétest et de posttest. Au sein du questionnaire, les chercheurs ont élaboré des questions de compréhension, des questions d'inférence et des questions dites « nouvelles », dont les réponses n'étaient pas mentionnées explicitement dans le texte. Pour chacun des groupes, le texte de

réfutation a été lu après l'administration du prétest. Si les trois textes de réfutation ont permis de faire évoluer les conceptions alternatives des élèves, le troisième, dans lequel on reprenait les différentes conceptions des élèves et on présentait la Terre comme un objet céleste, s'est avéré le plus efficace. Selon les chercheurs, le fait d'intégrer ces différentes conceptions alternatives a permis aux élèves de concevoir plus aisément la Terre comme les autres objets célestes, c'est-à-dire une sphère en rotation sans les caractéristiques propres aux objets physiques. Cette recherche va donc dans le même sens que celle de Diakidoy et *al.* (2003) qui préconise un texte long qui présente plusieurs conceptions alternatives d'élèves et permet de faire évoluer ces conceptions.

De son côté, la chercheuse finlandaise Mikkilä-Erdmann s'est demandé comment ces apprenants aux conceptions alternatives différentes pouvaient bénéficier de la même structure d'un texte. En 2001, elle a fait lire à quelque cent trois élèves de cinquième et de sixième années un texte de réfutation<sup>18</sup>, et à quatre-vingt-dix-huit élèves des mêmes niveaux académiques un texte classique portant sur la photosynthèse. Le texte de réfutation a été élaboré de manière à avoir une structure similaire au texte classique qui, lui, était tiré d'un manuel scolaire de sciences. Afin d'évaluer si les conceptions scientifiques des élèves avaient évolué après la lecture des textes, la chercheuse a mis au point un test comportant des questions de compréhension de texte, dont deux questions de rétention, deux questions à inférence et sept questions visant à déterminer quelle construction mentale le lecteur s'était faite du concept de photosynthèse. Plus particulièrement, au sein de ces sept questions, on en comptait quatre dites « de distinction » (Hatano et Inagaki, 1997) et trois dites « générales » (Vosniadou, 1994). Dans le premier cas, ces questions visent à détecter si le lecteur connaît la différence entre un animal et une plante, alors que dans le second cas, elles placent le lecteur en position de résoudre un problème nécessitant la construction d'une représentation mentale de la photosynthèse. Nous aurons l'occasion de revenir en détail sur ces deux types de question au prochain chapitre. Puisque ces questions exigent de l'apprenant qu'il se réfère à bien plus que des connaissances isolées et qu'il se construise une représentation mentale d'un concept, en l'occurrence la photosynthèse, ce sont ces questions qui ont permis d'évaluer s'il y avait eu changement

---

<sup>18</sup> Appelé « Conceptual Change Text » par la chercheuse

conceptuel au sein des conceptions de l'apprenant. L'utilisation d'un prétest et d'un posttest a permis à la chercheuse de mesurer l'influence de chacun des textes. Alors que le texte classique s'est montré sensiblement aussi efficace que le texte de réfutation pour aider les lecteurs à répondre aux quatre questions de compréhension, le texte de réfutation a permis aux élèves d'obtenir de bien meilleures réponses aux sept questions particulières mentionnées plus haut. De plus, tant les élèves qui avaient bien performé que ceux qui avaient moins bien performé au prétest ont tiré profit du texte de réfutation, puisqu'ils ont amélioré leurs connaissances autant dans les questions dites de distinction que les questions dites générales. Par comparaison, les élèves qui avaient lu le texte classique ont significativement moins amélioré leurs connaissances au posttest. Ces résultats encourageants incitent Mikkilä-Erdmann à suggérer aux maisons d'édition de manuels scolaires de s'inspirer de la recherche pour élaborer des outils susceptibles de favoriser des changements conceptuels chez l'élève :

« According to the results of this study, it is possible to produce a significant change in children's understanding of one important concept in science with relatively easy and economical investment in the design of a conceptual change text design. Even with low prior knowledge, learners seem to profit from a conceptual change text design. » (Mikkilä-Erdmann, 2001, p. 253)

Consciente qu'un tel changement conceptuel ne persistera pas dans l'esprit de l'apprenant sans un enseignement plus formel pour l'accompagner, la chercheuse s'est interrogée sur la pertinence de questionner les élèves après un laps de temps plus long, afin de pouvoir vérifier si ces résultats résistent à l'épreuve du temps.

#### **1.4.2.6 Un texte peut-il amener un changement conceptuel durable?**

Les chercheuses italiennes Mason, Gava et Boldrin (2008) se sont intéressées plus précisément au remue-méninges qui s'opère au sein des conceptions scientifiques d'élèves de cinquième année du primaire après la lecture d'un texte. Cette fois, cinquante et un élèves ont lu un texte de réfutation au sujet de trois phénomènes : la nature et la propagation de la lumière, la vision et l'origine des couleurs. Parallèlement, quarante-trois élèves ont lu un texte classique portant sur les mêmes thèmes. En plus de la structure du texte, les chercheuses ont mesuré l'influence de deux autres variables déterminantes, soit les intérêts des jeunes lecteurs concernant le sujet

abordé et leurs croyances épistémologiques.<sup>19</sup> Ainsi, les élèves pouvaient avoir peu ou beaucoup d'intérêt envers un sujet et exprimer différents niveaux de croyance au regard d'un concept scientifique. La nature et le développement des croyances ont été classés selon deux niveaux. D'un côté, des croyances complexes, nuancées et en évolution, et de l'autre, des croyances simples et figées. Dans cette recherche, un prétest a d'abord été administré puis, une semaine plus tard, les élèves ont reçu une version du texte. S'en est suivi un posttest immédiatement après la lecture, dans lequel les lecteurs devaient, entre autres, donner leur opinion sur le texte. Puis, après deux mois, ils ont reçu un dernier posttest. Ces tests ont permis de considérer comment ces trois variables interagissent. Dans cette recherche également, le texte de réfutation s'est avéré plus efficace pour amener un changement conceptuel au sein des conceptions des jeunes lecteurs. Plus précisément, le texte de réfutation a permis d'amener un changement conceptuel pour deux phénomènes sur trois ayant pour thème la lumière. Interrogés sur leurs intérêts de lecture, les élèves ont manifesté une plus grande attirance pour le texte de réfutation, ce qui va dans le même sens que les résultats de Guzzetti *et al.* (1997). De plus, les recherches ont démontré que les élèves qui avaient lu le texte de réfutation et qui avaient un niveau d'intérêt supérieur envers le sujet traité et/ou des croyances plus développées, ont connu un plus grand changement conceptuel que les autres lecteurs. Bien que l'effet du changement conceptuel diminuait plus rapidement chez ceux qui avaient moins d'intérêts ou des croyances plus simples, il demeurait significativement plus élevé deux mois après la lecture du texte. De plus, les lecteurs du texte de réfutation qui avaient moins d'intérêt pour le sujet traité et moins de croyances figées obtenaient généralement de meilleurs résultats aux posttests que les élèves qui avaient lu le texte classique. Or, non seulement la structure même du texte de réfutation s'avère-t-elle plus intéressante, mais la révision des conceptions scientifiques qu'elle promeut semble profitable et durable pour une majorité de lecteurs, particulièrement ceux qui ont un intérêt marqué pour le sujet et qui ont des croyances antérieures bien développées. En somme, les recherches que nous venons de présenter jusqu'ici permettent d'apprécier le pouvoir considérable du texte de réfutation pour amener un changement conceptuel au sein des conceptions de jeunes lecteurs. Mais est-ce vrai pour toutes les catégories d'apprenants?

---

<sup>19</sup> « [...] individual's representation about the nature, organization and source of knowledge, its true value, and the justification criteria of assertions (Hofer et Pintrich, 1997, 2002). » cités dans Mason *et al.* (2008, p.292)

### 1.4.2.7 Un texte peut-il amener un changement conceptuel chez des apprenants<sup>20</sup>?

La chercheuse canadienne Tippett (2010) a voulu savoir si le texte de réfutation était aussi efficace pour amener un changement conceptuel peu importe le niveau académique des lecteurs. Elle a donc sélectionné vingt-deux recherches menées sur deux décennies et portant sur l'utilisation du texte de réfutation auprès de différentes catégories d'apprenants, de la maternelle jusqu'aux études supérieures. En faisant ressortir les recherches qui comparaient explicitement l'efficacité des textes de réfutation et des textes classiques, elle a découvert que le texte de réfutation est surtout efficace pour les lecteurs de la troisième année du primaire à la dixième année. Avant et après ces niveaux, le texte de réfutation se montre généralement aussi efficace que le texte classique à amener un changement conceptuel. La figure 2 présente le pourcentage des recherches recensées au sein desquelles le texte de réfutation s'est montré plus efficace à amener un changement conceptuel pour différentes catégories d'apprenants, de la maternelle (kindergarten : K) aux cycles supérieurs.

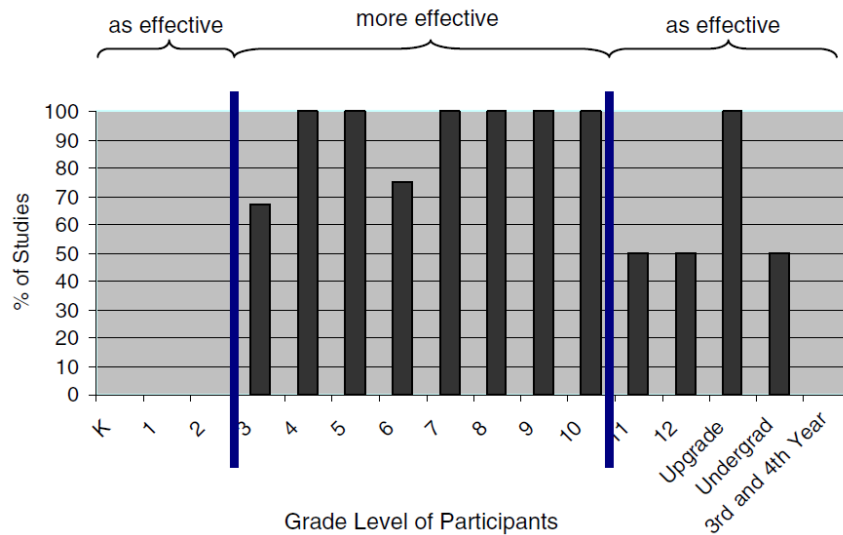


Figure 2 : Pourcentage des recherches démontrant que le texte de réfutation est plus efficace que le texte classique pour amener un changement conceptuel  
(Source : Tippett, 2010, p. 963)

Nous l'avons évoqué à la section 1.3.2, lorsque Mayer (1995) a lu un texte sur la baleine à des élèves de la maternelle à la troisième année du primaire, la chercheuse avait souligné le risque

<sup>20</sup> Nous désignerons ainsi des jeunes lecteurs de la maternelle, la première et la deuxième année du primaire.

inhérent au traitement de conceptions alternatives et scientifiques au sein d'un même ouvrage. Non seulement les élèves n'avaient pas réalisé d'apprentissage à la suite de la lecture, mais ils avaient, au contraire, hérité des conceptions alternatives du personnage de l'ouvrage. De son côté, Tippett (2010) n'a recensé qu'une seule recherche portant sur les apprentis lecteurs de la maternelle à la deuxième année, et celle-ci montrait que le texte de réfutation ne s'avérait pas plus efficace que le texte classique pour amener un changement conceptuel auprès des apprentis lecteurs. Mais que devons-nous en conclure quant à l'induction d'un changement conceptuel chez cette catégorie d'apprenants? Une seule recherche ne permettant pas de statuer de manière définitive sur l'efficacité du texte de réfutation pour cette catégorie de lecteurs, nous nous sommes donc tourné vers une étude de cas réalisée par Maria susceptible de nous apporter quelques pistes de réflexion. Au moyen de la littérature jeunesse, la chercheuse a accompagné son petit-fils Christopher, entre la maternelle et la deuxième année, et a été à même de documenter les conditions ayant favorisé un changement conceptuel dans l'esprit du jeune garçon. Abordant le thème des caractéristiques de la Terre (sa forme, gravité, révolution, rotation, etc.) et les causes de l'alternance du jour et de la nuit, ainsi que celle des saisons, au moyen d'ouvrages de littérature jeunesse, Maria (1997) a aussi proposé des modèles explicatifs et des démonstrations à son petit-fils. Selon la chercheuse, l'utilisation de la littérature jeunesse, les discussions qui ont accompagné les lectures et les activités qu'elle a organisées ont permis de restructurer les conceptions alternatives de Christopher. Bien que les ouvrages utilisés proposent essentiellement des textes classiques, Maria (1997) affirme avoir lu quelques textes narratifs parmi ces ouvrages qui réfutaient directement les conceptions alternatives au sujet de la Terre. Toutefois, la chercheuse mentionne que la longueur des textes classiques et de réfutation des ouvrages de littérature jeunesse ne lui permettait pas de les lire en entier. D'ailleurs, elle ne lisait que des courts passages et s'en servait pour aborder des concepts avec son petit-fils. Contrairement aux lecteurs plus âgés qui sont à même de lire un texte de réfutation en entier et de voir leurs conceptions évoluer, Maria (1997) apporte quelques nuances sur la restructuration des conceptions chez les apprentis lecteurs :

« First, this study provides evidence that, when provided with developmentally appropriate scaffolded instruction based on social constructivist theory, a young child can restructure his alternative conceptions and develop ideas that are more consistent with scientific understandings. Note my use of the term *ideas*

*consistent with scientific understanding rather than scientific understandings. »*  
(Maria, 1997, p. 83)

En se référant au concept de gravité qu'elle avait abordé avec son petit-fils, Maria (1997) note que les conceptions alternatives dites primitives de Christopher évoluaient toujours conjointement avec des conceptions scientifiques, et ce, même après la lecture d'un texte et un enseignement approprié. La chercheuse écarte ainsi toute restructuration radicale des conceptions et parle plutôt d'un changement conceptuel progressif.

« The fact that his descriptions of gravity in our last sessions included the animistic phrases 'gravity tries to put things in the middle' and 'gravity wants to pull you' is evidence that there are still differences between his view of the earth and that of scientists or even older children. » (Maria, 1997, p. 83)

Pour décrire l'état de transition dans lequel les conceptions de Christopher se situent, Maria (1997) insiste sur le fait que les lecteurs, peu importe leur âge, n'abandonnent pas définitivement leurs conceptions alternatives. Également, selon la chercheuse, la motivation d'apprendre de son petit-fils a été un facteur important dans l'évolution de ses conceptions. En lui proposant des textes scientifiques qui rejoignaient ses intérêts et qui présentaient la science comme une histoire en perpétuel changement, en encourageant les apprentissages de Christopher alors qu'il prenait conscience de la fragilité de ses propres conceptions alternatives, Maria (1997) affirme avoir créé les conditions favorables au changement conceptuel de son petit-fils. Compatissant avec les enseignants du primaire qui se sentent parfois dépassés par des savoirs scientifiques à enseigner, Maria (1997) prétend que la littérature jeunesse comblait à la fois ses propres lacunes de contenu et celles du jeune garçon. La chercheuse voit aussi un avantage au fait que son petit-fils ait été conscient qu'elle était elle-même en processus d'apprentissage. « As a learner, I provided Christopher with a model of how one could use literacy to gain science information and how engaging and exciting this learning can be. » (Maria, 1997, p. 85)

En somme, les apprentis lecteurs n'ayant pas les stratégies de lecture aussi bien développées que les lecteurs du deuxième et troisième cycles du primaire, ils pourraient bénéficier de l'accompagnement d'un parent ou d'un enseignant médiateur afin de les aider à appréhender le vocabulaire scientifique et à éviter de se perdre dans la longueur du texte. Si les discussions



s'avèrent profitables pour assurer un changement conceptuel durable chez les lecteurs plus âgés, Maria (1997) rappelle le rôle déterminant qu'ont joué ces échanges avec son petit-fils. Aussi, les activités qu'elle a animées tout au long des lectures auraient contribué à faire progresser les conceptions de Christopher. Or, si le texte classique s'est montré aussi efficace que le texte de réfutation pour amener un changement conceptuel avec cette catégorie d'apprenants (Tippett, 2010), nous pourrions croire que les apprentis lecteurs ne se sentent pas confrontés par la présentation de leurs conceptions alternatives au sein du texte. Plus encore, comme le souligne Mayer (1995), cela pourrait engendrer de la confusion.

Tout au long de cette section, nous nous sommes intéressé au pouvoir du texte de réfutation pour amener un changement conceptuel chez les jeunes lecteurs. Bien que ce texte représente un dispositif didactique d'abord élaboré pour amener un élève à réaliser un apprentissage, pourrait-il être repris dans un cadre d'éducation non formelle? Tippett (2009), qui a étudié quarante ouvrages jeunesse primés, constate que le texte de réfutation n'est pas très répandu dans la littérature jeunesse. Pour reprendre les propos de Jacobi et *al.* (1990), comme la VS se distingue de l'éducation formelle, choisissant elle-même ses méthodes, ses objectifs et ne cherchant pas à attribuer de diplômes, aurait-elle avantage à s'inspirer d'un texte qui cherche à faire évoluer les conceptions du lecteur?

### **1.5 Un texte scientifique susceptible d'influencer des publications de vulgarisation scientifique**

En préambule de cette problématique, nous avons discuté de la place grandissante qu'occupent les publications de VS à l'école. Et pour cause : le Québec ayant choisi de miser à la fois sur les grandes institutions muséales et sur les différents acteurs de la promotion des sciences pour transmettre la culture scientifique et technique, l'école se limiterait, bien souvent, à son rôle d'utilisateur de services éducatifs, plutôt que d'être un réel moteur de développement de cette culture (Godin, 1999). D'ailleurs, dans le rapport de conjoncture 2004, les publications des organismes de médiation scientifique apparaissent comme des ressources privilégiées pour accompagner les enseignants en classe. Sans prétendre se substituer au matériel didactique, la VS, notamment les ouvrages de littérature jeunesse dont l'utilisation pour l'enseignement des sciences est bien documentée, présente des caractéristiques qui la rendent pertinente pour être

mise à profit au primaire. En plus de proposer des textes et des illustrations d'une grande qualité, une mise en page adaptée, différentes variantes textuelles qui introduisent les jeunes lecteurs aux procédés de la science et à la langue des scientifiques, elle permet de suivre le développement de cette discipline en constante évolution. Néanmoins, les ressources de VS élaborées *a priori* pour le loisir, présenteraient certains écueils à contourner. Comme nous l'avons montré, les représentations de la science véhiculées au sein de ces ouvrages, autant les démarches d'investigation propres à l'activité scientifique que le portrait qu'on dresse du scientifique, ne seraient pas toujours fidèles à la réalité. Également, certains auteurs ont remis en cause l'exactitude des faits scientifiques décrits et leurs interactions avec les conceptions des lecteurs. D'autres ont signalé la difficulté pour les jeunes lecteurs à se familiariser avec la langue des sciences et à traiter l'information scientifique, qui pourrait parfois engendrer de fausses conceptions chez le lecteur.

## 1.6 Question générale de recherche

Afin de contourner les difficultés liées au traitement des conceptions scientifiques présentées dans les ouvrages de VS, nous avons exposé des résultats de recherche menées en sciences de l'éducation et en didactique des sciences sur une variante textuelle élaborée par des didacticiens : le texte de réfutation. Les travaux que nous avons recensés jusqu'ici suggèrent que, peu importe l'univers<sup>21</sup> étudié : matériel,<sup>22</sup> Terre et espace<sup>23</sup> ou vivant<sup>24</sup>, il est possible d'induire un changement conceptuel chez des jeunes lecteurs au moyen d'un texte de réfutation, et de favoriser une transition progressive des conceptions pour des apprentis lecteurs. Tenant compte que le texte de réfutation remporte du succès auprès des jeunes lecteurs, qu'il a une structure flexible, qu'il promeut un changement conceptuel chez des jeunes lecteurs de différents niveaux d'habileté, qu'il existe sous la variante informative et narrative, qu'il permet de rejoindre plus d'une conception et leurs différents niveaux à la fois, et qu'il est à même d'amener un changement conceptuel durable, nous nous interrogeons à savoir :

---

<sup>21</sup> Classification des univers telle que proposée dans le programme de science et technologie du primaire, MÉLS (2001).

<sup>22</sup> Énergie, force et matière, la lumière, la vision et les couleurs.

<sup>23</sup> Modèle scientifique de la planète Terre, l'alternance du jour et de la nuit, l'alternance des saisons, la reclassification de Pluton.

<sup>24</sup> Les animaux sauvages, la photosynthèse.

- Quel modèle, prenant appui sur le texte de réfutation, pourrait contribuer à élaborer des publications mieux adaptées aux conceptions des jeunes lecteurs?

### **1.7 Postulat de recherche**

Conscient qu'il serait utopique de vouloir pallier toutes les difficultés rencontrées au sein de ces publications, nous postulons qu'en prenant modèle sur un texte qui place les conceptions alternatives des lecteurs à l'avant-scène, le vulgarisateur scientifique pourrait concevoir des ressources mieux adaptées à son public cible.

Pour vérifier notre postulat de recherche, nous nous intéresserons d'abord aux concepts didactiques qui articulent le texte de réfutation et qui contribuent à amener un changement conceptuel chez le lecteur au cours du prochain chapitre. Une fois définis, ces concepts constitueront la base d'un modèle provisoire de VS qui pourra guider le travail du vulgarisateur scientifique. Ainsi, en composant un texte de réfutation, il sera appelé à s'interroger sur les différentes conceptions alternatives, ce qui, ultimement, pourrait l'amener à mieux comprendre et éventuellement à décrire les démarches de la science et des scientifiques qui la font évoluer. À terme, cette recherche pourrait permettre d'élaborer des textes qui reflètent davantage les conceptions alternatives des jeunes lecteurs. Pour le lecteur, cela pourrait signifier qu'il y aurait plus de textes qui répondent aux questions qu'il se pose, et ultimement, qui pourraient faciliter l'appropriation des concepts. Également, en amenant les vulgarisateurs scientifiques à s'interroger davantage sur les idées de ses lecteurs, cette recherche pourrait permettre de placer la didactique au cœur de la démarche de VS. D'un point de vue scientifique, cette recherche pourrait contribuer à sensibiliser les vulgarisateurs scientifiques sur l'importance de tirer profit des conceptions alternatives des jeunes lecteurs pour composer des textes.

## CHAPITRE 2 : CADRE CONCEPTUEL

Au cours de ce deuxième chapitre, nous nous intéressons d'abord à la culture scientifique et technique, et à sa place dans la société québécoise contemporaine. Nous voyons brièvement comment le Québec a choisi d'aborder cette culture dans le curriculum scolaire, et les raisons qui l'ont amené à miser sur la VS et les différents acteurs de la promotion des sciences. Puis, nous portons notre attention sur la littérature scientifique destinée aux lecteurs du primaire et nous présentons les différentes variantes de textes. Nous relatons par la suite le processus de transformation du discours scientifique, ce qui nous amène à nous interroger sur la place attribuée aux conceptions des lecteurs dans l'élaboration de textes de VS. Enfin, nous nous penchons plus spécifiquement sur le texte de réfutation, un dispositif didactique destiné à amener un changement conceptuel. Inspiré par les recherches récentes sur l'influence des connaissances antérieures des lecteurs et de la structure du texte de réfutation, nous nous questionnons à savoir quels sont les concepts didactiques qui permettraient au concepteur de VS d'élaborer des ressources qui s'appuient sur les conceptions alternatives des lecteurs, dans le but d'induire un changement conceptuel.

### 2.1 Culture scientifique et technique : les balbutiements de la littérature scientifique pour enfants au Québec

Depuis les écrits du frère Marie-Victorin jusqu'aux nombreuses parutions des *Débrouillards*, les publications vulgarisées destinées aux jeunes ont connu un essor significatif au Québec. À une époque où les innovations scientifiques et techniques sont omniprésentes, communiquer la science au public revêt une importance majeure. Avant la venue des vulgarisateurs scientifiques comme Hubert Reeves ou Pierre Chastenay, le frère Marie-Victorin avait déjà saisi la nécessité de diffuser le savoir. Fondateur du Jardin botanique de Montréal, de l'ACFAS<sup>25</sup> et du Cercle des jeunes naturalistes, le réputé botaniste est toutefois moins connu pour son influence marquante sur la littérature scientifique pour enfants. En 1919, lorsqu'il publie ses *Récits laurentiens* Marie-Victorin définit, sans le savoir, les standards d'une littérature de VS en

---

<sup>25</sup> Association canadienne-française pour l'avancement des sciences; Association francophone pour le savoir, depuis 2001.

émergence. En adoptant une narration élémentaire, en faisant un choix méticuleux des illustrations et en recourant à un vocabulaire d'une grande simplicité, Marie-Victorin emprunte des caractéristiques propres à la littérature jeunesse (Guillemette, 2003). Bien que l'ouvrage ne soit pas spécifiquement dédié à un public de jeunes lecteurs, on retrouve dans les *Récits laurentiens*, un langage accessible, concis et imagé, qui influencera la plupart des écrits de la littérature scientifique enfantine de la première moitié du vingtième siècle. Parmi les œuvres qui ont été imprégnées de l'héritage de Marie-Victorin, notons *Nos animaux domestiques* (Oigny, 1933), *Les trois fées au bois d'épinette* (Taschereau-Fortier, 1936), *Oiseaux de mon pays* (Duchesnay, 1943) et *Plantes curieuses de mon pays* (Gauvreau, 1943) (Guillemette, 2003).

Plus tard, malgré quelques publications épisodiques du Cercle des jeunes naturalistes (*Viateur Naturaliste*, *Jeune scientifique*), la littérature scientifique pour enfants s'essouffle au Québec. Il faudra attendre en 1980, avec la fondation des *Petits débrouillards* par Félix Maltais, pour voir enfin renaître des écrits scientifiques pour les jeunes. Sous la plume du *Professeur Scientifix*, Maltais écrit d'abord des chroniques dans *Hebdo-Science*, un bulletin d'information qui alimente les médias en matière d'actualité scientifique. Devant l'engouement des jeunes, un partenariat avec les différents conseils de loisir scientifique engendre alors la création du *Club des Débrouillards*, qui amènera des animations scientifiques en classe. Les *Petits Débrouillards* étendent leur réseau dans de nombreux pays à travers le monde. Bientôt, ils occupent toutes les tribunes : magazines, albums, documentaires, recueils d'activités, bandes dessinées, émissions de télévision, CD-ROM, sites Internet, etc. À eux seuls, les magazines *Les Débrouillards* (pour les 9 à 14 ans), *Les Explorateurs* (pour les 6 à 9 ans) et *Curium* (pour les 14 à 17 ans) rejoignent un lectorat de quelque 250 000 jeunes, parents et enseignants au Québec<sup>26</sup>. Autant de ressources pour mettre la science à la portée d'un jeune lectorat et promouvoir la culture scientifique et technique.

## **2.2 Culture scientifique et technique : mais quelle science, au juste?**

Avant d'aborder spécifiquement la diffusion de la culture scientifique et technique auprès d'un jeune lectorat, il importe de se questionner plus largement sur l'identité de cette culture, les

---

<sup>26</sup> D'après les données tirées du site Internet <[www.lesdebrouillards.qc.ca](http://www.lesdebrouillards.qc.ca)>.

agents qui en étendent le rayonnement, les publics qu'elle attire, les disciplines qu'elle véhicule, les thèmes qu'elle aborde et les supports sur lesquels elle s'appuie. D'après Schiele, Amyot et Benoit (1994), l'appellation culture scientifique et technologique<sup>27</sup> « est plurielle et polysémique : elle renvoie à un ensemble de pratiques signifiantes, disséminées dans le champ social, et aux représentations qui les accompagnent. » (p. 3) Considérant les nombreuses disciplines qu'elle rejoint, ses méthodes et ses pratiques, les faits scientifiques qu'elle présente et qui bouleversent nos vies et suscitent des débats, la science est une vaste contrée qui nous fascine et suscite une myriade de questions chez le grand public. D'abord, qui sont les bénéficiaires de première ligne de cette culture? Du plus jeune au plus âgé, l'auditoire peut être générique (le grand public) ou spécifique (des élèves d'âge scolaire, le personnel d'une entreprise, des cadres, etc.). Et qui a le privilège de diffuser cette culture ? Les agents qui font la promotion de la science peuvent être issus de divers milieux, dont celui de l'éducation (enseignants), du loisir scientifique (animateurs d'activités, organisateurs d'événements qui font la promotion de la science), de la communication (journalistes scientifiques, animateurs muséaux, etc.), de la recherche (praticiens et scientifiques), etc. Les disciplines scientifiques s'étendent des sciences de la vie aux sciences de la terre, en passant par l'astronomie, la matière, les technologies, etc. Rien n'est laissé pour compte, tant les disciplines plus traditionnelles que celles qui sont en émergence. Afin de faire connaître les réalisations et les inventions de la science, les agents qui font la promotion de la science proposent, en plus de la présentation d'un concept ou d'une notion, l'éventail de ses applications et des retombées inhérentes.

Enfin, pour diffuser ces contenus, les supports ne manquent pas. Tant le papier que le support numérique (livres, journaux, périodiques, applications destinées aux tablettes numériques, sites Internet, blogues, CD-ROM, etc.), les productions télévisuelles, virtuelles et radiophoniques que les différents événements et visites guidées permettent de mettre la science en culture (Schiele *et al.*, 1994). Mais tous n'ont pas la même conception de cette dualité entre science et culture.

---

<sup>27</sup> L'usage de plus en plus répandu des technologies et du mot en anglais « technology » relègue au second plan le concept de « technique » qui tient davantage aux procédés et aux méthodes. Dans cette thèse, les termes « technique » et « technologique » renvoient au même concept.

### 2.3 Culture scientifique et technique : quand la science se fait culture

Selon Godin (1999), trois modèles distincts permettent de mieux comprendre les relations entre la science et la culture. D'après le premier modèle, science et culture évoluent séparément dans des directions opposées. Pour Snow (1959), il existe clairement deux cultures : celle de la science et celle des arts et de la littérature. Entre ces deux solitudes, il y a une mer de différences. La première serait orientée vers le futur, et l'autre vers le passé. Les scientifiques seraient moins portés sur la religion, ainsi que politiquement plus ouverts et à gauche que leurs vis-à-vis littéraires, d'après l'auteur. Concernant la culture scientifique, Snow explique :

« They have their own culture, intensive, rigorous, and constantly in action. This culture contains a great deal of arguments, usually much more rigorous, and almost always at a higher conceptual level, than literary persons' argument—even though the scientist do cheerfully use words in senses which literary persons don't recognise, the sense are exact ones, and when they talk about 'subjective', 'objective', 'philosophy' or 'progressive', they know what they mean, even though it isn't what one is accustomed to expect. » (Snow, 1959, p. 12-13)

Plus d'un demi-siècle après ces écrits, tout semble indiquer que le fossé entre ces deux mondes persiste toujours et ce, malgré l'omniprésence des innovations technologiques. C'est du moins sur ces mots que s'ouvre le rapport du comité d'experts *Culture scientifique : qu'en est-il au Canada ?* dont la mission en 2014 était d'évaluer l'état de la culture scientifique au Canada. Aujourd'hui, on ne peut plus ignorer la science, elle est partout : les décisions des gouvernements s'appuient sur une dimension scientifique, et pour évoluer en société, le citoyen informé doit avoir une certaine compréhension de la science (Conseil des académies canadiennes, 2014). Pourtant, des efforts importants doivent être mobilisés pour créer une société cultivée qui accorde une place importante aux sciences et à la technologie (CAC, 2014).

Pour Lévy-Leblond (1984), il existe un énorme fossé entre le chercheur et le profane, ce qui n'exclut toutefois pas que la science puisse être soumise à la culture. Ainsi, s'il insiste sur la pertinence d'une culture plus étendue, tant pour le scientifique qui connaît peu l'histoire de sa discipline que pour l'homme de la rue en quête de meilleures connaissances, Lévy-Leblond nous prévient néanmoins des dangers de mettre à tout prix la science en culture. Il s'indigne, en effet, devant la tendance de certains à vouloir généraliser à un ensemble de situations une théorie qui

est valide seulement dans un domaine limité. Face à la tendance des uns à extrapoler des résultats pour les appliquer à des situations irrationnelles, ou encore devant l'illusion des autres en ce qui a trait à l'autonomie supposée de la pensée scientifique, Lévy-Leblond manifeste également son indignation. Pour ce physicien et épistémologue français, la science n'appartient pas à la culture ; mais en étant conscient des risques liés à une vision scientifique parfois cloisonnée, il serait possible de mettre la science au service de la culture.

Dans le deuxième modèle, la science présente un statut supérieur à celui de la culture. Les scientifiques détiennent le savoir que l'école et les différents véhicules de promotion scientifique diffusent à la collectivité. Selon Godin (1999), deux visions s'opposent : « l'une mise sur l'école comme lieu central d'acculturation et de socialisation des individus à la science. L'autre valorise plutôt les activités d'éducation dites non formelles, c'est-à-dire celles qui sont menées hors du système scolaire, comme la vulgarisation. » (p. 4) Pour le comité d'experts sur l'état de la culture scientifique au Canada, les deux visions sont importantes :

« [...] la culture scientifique englobe de nombreuses dimensions de la relation du public avec la science et est un produit des expériences vécues dans les milieux d'apprentissage officiels et non officiels ainsi que d'une multitude d'autres points d'ancrage de la société avec la science. » (CAC, 2014, p. 9)

Enfin, dans le troisième modèle, la science est au cœur de la culture d'une société. Cette culture est le résultat d'un travail collectif, qui contribue à définir la société elle-même. Dans ce modèle, la culture scientifique est un phénomène social, elle habite chacun de nous et il est de la responsabilité de tous les agents (chercheurs, institutions d'enseignement, organismes gouvernementaux, entreprises privées, etc.) d'y participer (Godin, 1999).

#### **2.4 Culture scientifique et technique : les choix du Québec**

Afin de définir dans quel modèle le Québec d'aujourd'hui évolue, il est pertinent de jeter un regard sur les avancées des dernières décennies en matière de culture scientifique et technique. Au Québec, l'effervescence qui a vu naître le mouvement des *Débrouillards* en 1982 ne se limite pas qu'au domaine de l'édition. La publication de la politique québécoise de la recherche scientifique (le livre Vert) en 1979, et sa concrétisation avec *Un projet collectif* (le livre Blanc),



en 1980, affirment cette volonté de se donner des outils pour promouvoir et soutenir la culture scientifique et technique (Godin, 1999). Dans le Québec d'alors, la science apparaît comme un bien public, et la culture scientifique et technique est considérée comme une quantité minimale de connaissances que toute personne doit posséder (CST, 2003). Les rapports de conjoncture publiés par le Conseil de la Science et de la Technologie au cours des années suivantes permettront de considérer l'évolution des priorités en matière de culture scientifique et technique. Si, en 1985, l'accent est mis sur la promotion des sciences et des techniques dans la société, en 1988 on parle plutôt de permettre au public de participer aux progrès scientifiques et techniques, en 1994 de favoriser une meilleure compréhension des controverses autour de la science et la technologie, et en 1998 de tenter de mieux saisir le rôle que jouent les sciences dans l'innovation économique d'une société (CST, 2003). Comme la science et la technologie occupent une place grandissante dans la société québécoise, cette définition passe d'une appropriation minimale par chaque individu à une participation active aux débats que la science soulève, en soulignant l'intérêt que cette dernière représente pour l'innovation. Plus tard, dans son rapport de conjoncture 2004, le CST propose une définition de la culture scientifique et technique qui intègre justement les dimensions individuelle et collective, favorisant du même coup le développement d'un langage commun.

« La culture scientifique et technique se développe avec l'acquisition d'un ensemble de connaissances et de compétences en science et technologie, que les citoyens et la société font leurs et utilisent. [...] La culture scientifique est la capacité de prendre du recul par rapport à l'entreprise que représentent les sciences et la technologie, à leurs méthodes, à leurs incidences, à leurs limites et aux enjeux qui s'y rattachent. Cette culture se traduit par des représentations, des valeurs et des moyens de mis en œuvre pour assurer la maîtrise des sciences et de la technologie, et pour en orienter le développement. » (CST, 2004, p. 9)

Cette évolution notable dans la définition de la culture scientifique et technique est le fruit d'un long travail de fond mené par les différents intervenants de la culture scientifique et technique (CST, 2003). Dans une recherche publiée en 1986 et intitulée *La diffusion de la culture scientifique et technique au Québec*, Gagnon et Morin dressent l'inventaire des organismes de culture scientifique et technique québécois. Les auteurs y déplorent principalement trois lacunes : le manque d'infrastructures en muséologie scientifique, le fait que ces infrastructures

soient soutenues par une quantité limitée de ressources humaines, et le peu de spécialistes susceptibles de faire le pont entre les connaissances du profane et le discours scientifique d'une société d'information. Près de vingt ans plus tard, dans *La culture scientifique et technique au Québec : bilan*, le CST souligne qu'« avec le temps, le Québec s'est doté d'un ensemble d'équipements, d'organismes et d'activités en culture scientifique et technique, au gré surtout des initiatives du milieu, souvent avec l'aide des pouvoirs publics et toujours grâce au travail des bénévoles. » (CST, 2003, p. 91)

Si le nombre d'intervenants du milieu de la culture scientifique s'est multiplié dans les dernières décennies, il faut noter également que différentes politiques et consultations les ont soutenus et ont reconnu la pertinence de leurs réalisations. C'est en 1985 que le ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Science (MESS) est créé et que s'amorce une réflexion dans le but de mieux soutenir les activités de diffusion de la culture scientifique et technique. En 1988, le MESS présente son *Énoncé d'orientations et plan de développement de la culture scientifique et technique*. On souhaite améliorer l'accès du grand public aux connaissances et aux pratiques scientifiques. Pour atteindre cet objectif, on identifie quatre principaux axes de diffusion : les milieux d'enseignement, les médias, les loisirs, et les musées et autres centres d'interprétation (Schiele et al., 1994). Ce sont toutefois les milieux de la communication qui seront principalement mis à contribution. Entre autres, on propose des programmes qui visent à soutenir le milieu de la communication scientifique, notamment les revues de VS, les expositions scientifiques et la muséologie. (Schiele et al., 1994). Ainsi, à cette époque, le Québec investit massivement dans la culture scientifique et développe des infrastructures muséales (*Jardin botanique, Insectarium, Biodôme de Montréal, Cosmodôme de Laval*), forme des organismes voués à la sensibilisation et à la diffusion des sciences (*Agence Science-Presses, Société pour la promotion de la science et de la technologie*), encourage la publication de périodiques (*Québec Science, Interface, Les Débrouillards*) et d'émissions de télévision (*Omniscience, Les Débrouillards*), ainsi que la tenue d'événements de promotion de la science (*Expo-science, Quinzaine des sciences, Festival international du film scientifique du Québec*) (Godin, 1999). Pendant cette période, la culture scientifique et technique passe sous la juridiction de plusieurs ministères. Ainsi, elle sera tantôt la responsabilité du ministère de l'Éducation et de la Science (MES) en 1993, du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la

Science et de la Technologie (MICST) en 1994, du ministère de la Culture et des Communications (MCC), et du ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MRST) en 1999 (CST, 2003). Puis, en 2005, la science et la technologie passent au ministère du Développement Économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE). Or, bien que la *Politique québécoise de la science et de l'innovation* (2001) ait réitéré son objectif de rehausser le niveau culturel des Québécois, le passage à une société du savoir ne pouvant être accompli sans miser d'abord sur la dimension individuelle, les années qui suivirent ne furent pas aussi fastes pour la culture scientifique et technique.

En effet, en 2011, pour des raisons économiques, le gouvernement québécois abolit le Conseil de la Science et de la Technologie (CST), se privant du même coup du précieux éclairage que celui-ci lui donnait sur le développement scientifique et technique et sur l'état de la recherche et de la technologie au Québec. La même année, le gouvernement fédéral met la clé dans la porte de la *Société pour la promotion de la science et de la technologie*, après deux décennies d'activités engagées dans la recherche et la promotion de la culture scientifique et technique.

## **2.5 Culture scientifique et technique à l'école québécoise**

Nous le constatons, malgré des efforts considérables, la culture scientifique et technique ne peut se rabattre uniquement sur les milieux de la communication pour évoluer. L'école est un agent indispensable à la diffusion de cette culture, puisqu'elle constitue le premier contact du jeune avec la science (Godin, 1999). Les révisions plutôt timides du programme de science du secondaire en 1977 ne suffiront pas à assurer l'émancipation de la science à l'école. Il faudra attendre la réforme de 2001 et son *Programme de formation de l'école québécoise* pour qu'on reconnaisse enfin l'importance de promouvoir la culture scientifique et technique à l'école primaire d'abord. L'initiation à l'activité scientifique et technique qu'on y propose « vise à développer la culture scientifique et technologique de l'élève. La science et la technologie sont omniprésentes dans notre quotidien. Il est important d'en prendre conscience et d'apprécier leur apport à l'évolution de la société. » (MELS, 2001, p. 144). Les trois compétences du programme du primaire prennent appui « sur des repères culturels qui permettent d'associer les apprentissages disciplinaires à divers champs de l'activité humaine et de les situer dans un

contexte social et historique susceptible d'en éclairer le sens. » (MELS, 2001, p. 145). Malgré cette volonté marquée de développer une culture scientifique et technique à l'école primaire, le Programme reste plutôt discret sur la façon d'intégrer les nombreuses ressources qui sont à sa disponibilité. Ainsi, bien que le rôle central de l'école y soit mis en évidence, il faudra attendre les éclaircissements contenus dans *La culture scientifique et technique au Québec : bilan*, publié en 2003 par le CST. Dans ce bilan commandé par le MRST, on reconnaît le virage important amorcé par ce nouveau programme de formation. On mentionne également l'existence de quelques lacunes du côté de l'enseignement scientifique, notamment concernant les pratiques pédagogiques à renouveler, et on souligne la pertinence des réalisations des intervenants en matière de culture scientifique et technique. D'ailleurs, l'année suivante, le Rapport de conjoncture émettra certaines recommandations pour renforcer la place des sciences et des technologies dans la formation académique. D'une part, on encourage les enseignants à tirer profit des ressources élaborées par les organismes en culture scientifique et technique, puisqu'elles seraient bien souvent adaptées aux besoins exprimés par l'école.

« Qu'elles couvrent le matériel de vulgarisation, les moyens de la médiation documentaire, les trousseaux éducatives, les guides, les stages dans des centres de recherche ou les nouveaux lieux d'expérimentation, ces réalisations sont très fréquemment conçues ou ajustées en fonction des objectifs scolaires. » (CST, 2004, p. 71)

Également, on signale que les activités scientifiques et techniques qui se déroulent en classe peuvent bénéficier du soutien de ces organismes, qui peuvent guider les pratiques pédagogiques des enseignants et ainsi les aider à mieux répondre aux attentes du programme de formation.

« Les organismes de culture scientifique et technique peuvent également aider le personnel en exercice à se perfectionner. Le matériel et l'expertise développés par ces spécialistes de la médiation scientifique peuvent effectivement être davantage mis à profit pour permettre aux enseignants de développer leurs compétences. » (CST, 2004, p. 71)

Ainsi, nous nous retrouvons donc d'un côté avec des agents de promotion de la culture scientifique et technique qui proposent différents moyens de diffuser la science auprès des jeunes, et de l'autre, face à un programme scolaire ambitieux, sans prescriptions claires

concernant l'utilisation des moyens mis à sa disposition. En ce sens, nous devons écarter le troisième modèle proposé par Godin (1999), puisque malgré le fait que le programme scolaire québécois du primaire entende assumer sa responsabilité en communiquant une culture scientifique et technique à l'élève, il n'explicite pas comment chacun des partenaires (chercheurs, institutions d'enseignement, organismes gouvernementaux, entreprises privées, etc.) peut être mis à contribution dans ce but. Il semble que le deuxième modèle révèle plus fidèlement comment le Québec réussit à intégrer la science et la culture. Dans ce modèle, l'école et les acteurs de la VS sont tous deux des agents de promotion scientifique ; l'un propose des activités d'éducation formelle et le second, des activités non formelles, la plupart du temps de façon parallèle et distincte. En proposant cette conception de la culture scientifique et technique, le Québec mise sur les agents des milieux de la communication pour transmettre une part importante de la culture scientifique, limitant le rôle de l'école (Godin, 1999). Ainsi, plutôt que de placer l'école au cœur de la promotion de la culture scientifique et technique, le Québec subventionne différents organismes (musées, jardins, parcs zoologiques, etc.) afin qu'ils proposent des activités et des expositions scientifiques, il encourage les milieux du loisir scientifique à organiser des concours visant à promouvoir le savoir scientifique et il s'appuie également sur la littérature jeunesse et les périodiques pour présenter les manifestations de la science. L'école apparaît alors comme un simple utilisateur de services éducatifs, plutôt qu'un moteur de promotion et de diffusion culturelle. Pour expliquer le penchant du Québec en faveur de la VS, Godin (1999) évoque différents arguments politiques, administratifs et historiques. Entre autres, une conjoncture internationale alors tournée vers le transfert technique aux entreprises, la difficulté du MESS d'exercer ses pouvoirs auprès du ministère de l'Éducation (MEQ<sup>28</sup>), l'absence de chercheurs engagés dans la vulgarisation, un désengagement envers les interventions du milieu de l'éducation à l'égard de la culture scientifique et technique, etc. (Godin, 1999). Ainsi, bien que l'expression « culture scientifique et technique » ait intégré le discours officiel dans les programmes, l'appellation « vulgarisation scientifique » pourrait-elle

---

<sup>28</sup> Un ministère qui a fait l'objet de nombreuses mutations. Depuis 2016, le MEES (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur), le MELS (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport) entre 2005 et 2015 et brièvement le MEESR (ministère de l'Éducation, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche) en 2015 et au début de l'année 2016.

être davantage appropriée pour désigner la promotion de la culture scientifique au Québec? Mais qu'entend-on au juste par vulgarisation scientifique?

## **2.6 Culture scientifique et technique : le champ de la vulgarisation scientifique**

Cette promotion de la science est désignée par les noms de « science literacy », « science popularization », « public awareness of science », « public understanding of science and technology » dans la littérature anglo-saxonne, et de « communication scientifique », de « médiation scientifique » et de « vulgarisation scientifique » dans les milieux francophones. Issue du latin *communicare*, qui signifie mettre en commun, la communication scientifique se réfère plus généralement à un partage de savoirs scientifiques entre individus. Bien qu'en apparence péjorative à cause du rapprochement implicite avec l'adjectif « vulgaire », l'appellation « vulgarisation scientifique », utilisée en France depuis le milieu du 19<sup>e</sup> siècle, propose un projet ambitieux de diffuser la science auprès d'un public de non-initiés. D'ailleurs, l'étymologie du mot « vulgarisation » est issue du latin *vulgus*, qui signifie peuple. Toutefois, comme le souligne Jacobi (1999), cette ambition de rendre la science accessible au profane divise invariablement les intéressés entre deux clans. Pour les uns, il s'agit d'une vision utopique d'une culture scientifique diffusée à un large public et pour les autres, plus critiques, il y a un risque de dilution du contenu et des activités propres au domaine scientifique. Pour Roqueplo (1974), cette appellation renvoie à une pratique qui dilue l'activité scientifique. Jurdant (1969) suggère quant à lui que seul le scientifique peut trouver un sens à sa recherche; en étant le principal artisan, il est le seul à avoir accès à la vérité scientifique.

Pour Wolton (1997), le dialogue qu'entretient la science avec le public est devenu plus complexe que par le passé. Les innovations scientifiques et techniques ont aujourd'hui une influence telle sur l'économie et la politique que le discours scientifique en a perdu son objectivité. Aussi, certaines découvertes ayant fait l'objet de controverses, le public ne porte plus le même regard sur la science. Pour lui, il ne s'agit plus seulement de diffuser des savoirs, mais d'entretenir un dialogue ouvert, afin d'assurer une cohésion entre les différents objectifs. En ce sens, Wolton (1997) préfère l'appellation de « communication scientifique ».

« Hier avec la vulgarisation il s'agissait, pour l'essentiel, de la transmission des valeurs et de connaissances, du domaine scientifique vers le public. Aujourd'hui avec la communication, il s'agit de rendre compte du passage de deux à quatre logiques : le milieu scientifique, la société avec ses intérêts économiques et politiques, le monde de la médiation et les publics aux niveaux culturels et d'exigence croissants. La communication des activités scientifiques est aujourd'hui inséparable d'un contexte substantiellement différent de celui du siècle dernier : haut développement scientifique, omniprésence de la communication, importance des conflits politiques liés à la science, doute sur l'idée de progrès [...] » (Wolton, 1997, p. 11)

À ces deux appellations vient également s'ajouter l'expression « médiation scientifique », qui évoque bien ce lien entre le milieu producteur de savoirs et le public. À l'origine, la racine « med » aurait été utilisée pour désigner la Méditerranée, cette mer située entre deux continents. Le médiateur, censé faciliter les échanges entre les tiers, présenterait ainsi une image pure et neutre de la médiation scientifique. Mais est-ce bien le cas? Le médiateur montre-t-il la science telle qu'elle se construit au quotidien, ou choisit-il plutôt d'aborder ses aspects les plus sensationnels, par exemple? À l'instar de Wolton (1997), nous croyons que le médiateur, qu'il soit animateur dans un musée, rédacteur pour une maison d'édition ou journaliste, a sa propre conception de l'information. Il évolue dans un milieu qui a ses valeurs propres et conceptions, et peut-être même une ligne éditoriale à respecter. Autant d'éléments qui peuvent affecter cette circulation d'informations entre le savant et le profane. En ce sens, comme nous nous intéressons plus particulièrement à la transmission des savoirs entre les instances scientifiques et le jeune lectorat, nous retiendrons plutôt l'appellation « vulgarisation scientifique ». Cette expression illustre bien cette communication qui vise à permettre au non-initié d'accéder à la culture scientifique et technique. Tout comme Rostand (1960), nous concevons que les langues du peuple (*vulgus*) ne sont pas vulgaires, mais plutôt vivantes, (c'est d'ailleurs dans sa version *Vulgare* que la Bible a été diffusée partout à travers le monde). Mais qui sont les artisans de cette VS?

## **2.7 Culture scientifique et technique : le vulgarisateur scientifique**

Pour Jacobi et Schiele (1988), le « troisième homme » est celui qui s'interpose entre le scientifique et le grand public afin de combler l'écart entre eux et rendre possible une communication. Principal intermédiaire entre ces instances, le vulgarisateur est appelé, dans le

cadre de ses fonctions, à transposer des savoirs savants en une forme qui soit plus accessible pour le grand public. Cette ambition de popularisation de la science ne fait toutefois pas consensus au sein de la communauté de chercheurs. Certains, dont Philippe Roqueplo, mettent en doute la capacité de la VS à permettre une transmission des savoirs, entre autres, parce que dans ce contexte la communication est unilatérale, le vulgarisateur n'ayant aucun pouvoir sur le sens qu'un lecteur donne à l'énoncé qu'il lit, et inversement, le lecteur ne pouvant questionner l'auteur sur le contenu qui lui est présenté (Jacobi et Schiele, 1988).

Comme la didactique s'intéresse à l'appropriation des savoirs au sein des disciplines scolaires et qu'elle en étudie les modalités, pourrait-on imaginer que ce champ de recherche contribue à rétablir la communication rompue entre le vulgarisateur et le lecteur? Pourrions-nous envisager d'utiliser un dialogue élaboré *a priori* en recourant à des concepts didactiques, afin de rejoindre un lecteur apprenant? Et la VS dans tout ça, peut-elle réellement faire évoluer les conceptions des lecteurs? D'abord, voyons en quoi consiste le processus de transformation du discours scientifique tel que pratiqué par les vulgarisateurs scientifiques. Puis, comme la didactique des sciences s'intéresse particulièrement aux mécanismes d'appropriation des concepts scientifiques, nous recenserons différents concepts didactiques susceptibles d'appuyer le travail des concepteurs de VS, afin qu'ils puissent élaborer des ressources qui prendraient appui sur les conceptions des lecteurs.

## **2.8 La culture scientifique et technique : transformation du discours scientifique**

Pour Jacobi (1999), la transformation du discours scientifique implique généralement cinq procédés : choisir, transformer, modifier, restructurer et reformuler. D'abord, puisque tout le savoir ne peut être transposé, le vulgarisateur doit opérer une sélection primaire au sein du discours scientifique, privilégiant par exemple l'utilité sociale ou les applications pratiques du savoir au détriment d'éléments jugés trop abstraits. Ainsi, pour rendre la science accessible, le vulgarisateur cible d'abord les manifestations de la science qui se rapprochent le plus du quotidien du lecteur. Par la suite, il transforme le discours scientifique en en simplifiant le langage, et en utilisant même parfois des raccourcis, évitant de se perdre dans des détails inutiles qui alourdiraient le texte. Afin de personnaliser la science, le vulgarisateur modifie



généralement le discours scientifique en sollicitant au besoin la rêverie ou l'imaginaire du lecteur, empruntant un ton plus familier à l'occasion. Par ailleurs, on dépasse souvent la seule présentation des faits pour amener une interprétation claire et accessible des données. Parfois, une structure narrative est utilisée par le vulgarisateur, qui se sert alors d'un récit pour restructurer le discours scientifique et en permettre une meilleure compréhension par le lecteur. Afin d'étendre le discours à un nombre plus grand de lecteurs, le vulgarisateur reformule le langage scientifique en choisissant des figures de rhétorique (analogie, métaphore, paraphrase, etc.) qui rendent le propos plus facile à comprendre (Jacobi, 1999). Prenons en exemple la physique des particules pour illustrer cette transformation du discours. En présentant les particules comme les « briques » des atomes, les constituants de la matière et de l'énergie, en faisant découvrir au lecteur l'incroyable ménagerie des particules découvertes à ce jour, en écartant une nomenclature trop abstraite, en décrivant en quoi un accélérateur de particules (comme le grand collisionneur de hadrons, LHC) pourrait permettre de faire « renaître » l'Univers et en faisant allusion aux récits de science-fiction qui ont été inspirés par l'actualité scientifique, il est possible de faire découvrir la physique des particules à un public non initié. En somme, transformer le discours scientifique exige du vulgarisateur qu'il traite le savoir en recourant à différents procédés susceptibles de le rendre plus accessible. Toutefois, dans ce modèle, le vulgarisateur semble écarter les idées véhiculées par le lecteur et procéder à une transformation du discours selon l'idée qu'il se fait de ses conceptions (Giordan et Raichvarg, 1986).

## **2.9 Culture scientifique et technique : une structure textuelle pour permettre une meilleure appropriation des concepts?**

Après avoir analysé différentes publications de VS destinées aux enfants, Giordan et Raichvarg ont mis en évidence le peu de connaissances des concepteurs de VS au regard des représentations mentales des jeunes lecteurs. Selon les chercheurs « [...] les auteurs envisagent leur texte et leurs éléments de transposition (schémas, images, modèles, etc.) à travers une certaine idée qu'ils se font de leurs lecteurs et de leurs façons de comprendre, sans compter l'idée qu'ils se font de la science [...] » (1986, p. 57). Ils suggèrent aux concepteurs d'élaborer des livres qui bouleverseront les conceptions des lecteurs, les guideront vers des questions pertinentes, les motiveront et les amèneront à remettre leurs idées en cause, plutôt que de se

limiter à présenter des savoirs clairement introduits. En ce sens, les chercheurs proposent de sélectionner des éléments de la transposition didactique en fonction des mécanismes d'appropriation de la science des enfants. Bien que cet article mette en lumière une profonde méconnaissance du lecteur de la part du vulgarisateur, il ne semble pas y avoir eu d'échos auprès des chercheurs, le sujet n'ayant pas été étudié davantage à notre connaissance. Et pourtant, comment envisager une communication avec un tiers dont on sait peu de choses, et qui, de surcroît, ne peut interagir? Nous nous proposons donc de recenser les différentes variantes textuelles utilisées pour l'apprentissage de la science au primaire. Par la suite, nous présenterons le texte de réfutation, une variante mise au jour par des chercheurs afin d'amener un changement conceptuel au sein des conceptions des lecteurs. Puis, nous étudierons des textes de réfutation qui ont fait l'objet de recherches récentes et tenterons de dégager les concepts didactiques qui ont inspiré les auteurs de ces textes, et ce afin de jeter les bases d'un modèle didactique de VS qui pourrait accompagner les vulgarisateurs scientifiques dans l'élaboration de textes.

## **2.10 Trois textes littéraires pour aborder les sciences**

Selon Donovan et Smolkin (2001), on recense au sein de la littérature jeunesse trois principaux types de textes littéraires pour l'apprentissage des sciences : le documentaire (aussi appelé texte informatif), le texte narratif et un hybride de ces deux types. Par opposition au texte strictement informatif, qui est généralement perçu comme un outil de savoirs, le texte hybride utilise le récit fictif, divertissant aux yeux des enfants, pour introduire des informations (Donovan et Smolkin, 2001). Toutefois, il serait difficile de tracer une limite claire entre ces deux types de texte, puisque le lecteur peut aborder un texte avec une intention de lecture différente de celle de l'auteur (Armand, 1996). Nous verrons que les caractéristiques mises en lumière par des chercheurs en didactique de la lecture et des sciences, ainsi qu'en communication scientifique, nous apporteront des éclairages différents permettant de mieux comprendre ces variantes textuelles.

### **2.10.1 Le texte documentaire**

Pour Guérette (1998), pionnière de la didactique de la littérature jeunesse au Québec, le « documentaire désigne un livre destiné à l'enfance ou à la jeunesse, qui contient de

l'information structurée sur un sujet scientifique, historique, artistique ou technique, dans le but de favoriser l'acquisition de connaissances ou d'un certain savoir-faire. » (p. 205) Armand (1996) souligne d'ailleurs que les textes documentaires répondent à un besoin chez certains enfants, qui s'identifient moins aux récits fictifs, de mieux comprendre le monde autour d'eux. Cherchant à éveiller l'intérêt des jeunes lecteurs en suscitant un questionnement, le documentaire stimule également l'imaginaire, en plus d'être perméable aux autres textes littéraires (Guérette, 1998). Pour la chercheuse, il existe trois variantes de documentaire : le gai-savoir, le documentaire proprement dit et le documentaire de fiction. Toujours selon l'auteure, le gai-savoir s'adresse aux pré-lecteurs; il intègre les imagiers (albums d'images sur un thème : lettres, chiffres, animaux, etc.) et les premiers livres (courts récits avec quelques informations sommaires sur une réalité proche de l'enfant, par exemple). Ainsi, en découvrant progressivement la réalité qui l'entoure, l'enfant apprend tout en se distrayant au contact de ce type d'ouvrage. D'après Guérette (1998), le contenu du documentaire proprement dit est strictement informatif, il est présenté sans détour et s'adresse à des jeunes qui ont appris à lire. À titre d'exemple, les encyclopédies et les dictionnaires illustrés sont des ouvrages documentaires. Ainsi, au gré de ses connaissances, de son parcours, des objectifs qu'il poursuit, du sujet traité et des attentes de la collection, l'auteur structure le contenu de ses textes (Guérette, 1998).

Pour Pappas (2006), qui s'intéresse à la place du documentaire dans l'apprentissage des sciences depuis trois décennies, « ce texte littéraire est [également] celui qui se rapproche le plus du discours écrit et parlé des scientifiques » (p. 226). Afin d'étudier les structures linguistiques propres au documentaire, Pappas (2006) a retenu le procédé *Generic Structure Potential* (GSP), développé par Hasan (1984), pour analyser un corpus d'environ quatre cents ouvrages jeunesse. Au sein des documentaires, la chercheuse a identifié des caractéristiques récurrentes : l'introduction du thème abordé, la description de ses attributs, et de ses caractéristiques et un résumé des informations présentées. Elle a également repéré d'autres caractéristiques : la comparaison de différents sujets associés au thème principal, la présentation d'une perspective historique, la proposition d'expérimentations possibles, l'apport d'informations supplémentaires, les questions-réponses, le retour sur le vocabulaire utilisé, les énoncés explicatifs et les illustrations en appui au texte. Plusieurs de ces caractéristiques permettant au

lecteur de mieux aborder le contenu d'un texte, nous aurons l'occasion d'y revenir ultérieurement.

### **2.10.2 Le texte hybride, la pseudonarration et le documentaire de fiction**

Selon Adam (1994), dans Armand (1996), deux particularités doivent être prises en compte pour classer les textes : l'intention (informer, convaincre, combler un besoin d'imaginaire, s'exprimer) et la structure formelle (narrative, descriptive, explicative, dialogale, argumentative), ces dimensions se chevauchant parfois l'une et l'autre. Par exemple, dans ses albums, le *Prof Génius*<sup>29</sup> peut tout aussi bien décider de recourir à une structure informative pour présenter une découverte historique, puis adopter une structure narrative pour exprimer la satisfaction ressentie par le chercheur face à une telle découverte. Il s'agit ici de textes hybrides. Si certains auteurs, dont Gallagher et Pearson (1982), utilisent le terme « pseudonarration », d'autres, comme Guérette (1998), emploient plutôt celui de « documentaire de fiction » pour désigner un ouvrage mettant en scène des récits qui intéressent les jeunes et sollicitent leur imaginaire afin de les informer.

Dans sa recherche, Pappas (2006) a défini sept catégories pour décrire les différents textes hybrides. Nous en faisons ici une brève description. Dans le type « Parallèle entre information particulière et généralisée » (1), on retrouve au sein d'une mise en page deux segments de texte décrivant une même illustration. Le premier segment recourt à une trame narrative pour la description d'un animal, par exemple, et de son comportement. Le temps présent est très souvent employé. Dans le deuxième segment, l'auteur utilise un style descriptif afin de présenter des informations générales qui s'appliquent à un plus grand nombre d'individus (une classe animale, par exemple). L'hybride « Information particulière » (2) est très répandu dans la littérature jeunesse. On y présente seulement des informations particulières sur un animal ou un objet, sans l'ajout d'informations génériques comme dans le précédent type. Dans ces ouvrages, on présente souvent un animal ou un objet comme prétexte pour introduire des traits communs entre des animaux, ou des particularités communes entre des objets. L'hybride « Information et narration personnelle » (3) est particulier, dans la mesure où le narrateur décide de faire parler

---

<sup>29</sup> Aux Éditions Québec Amérique

son personnage à la première personne. Dans l'hybride « Duel : informatif et narratif » (4), le lecteur apprend tant par le contenu informatif que par la narration. Les textes narratifs et explicatifs se côtoient tout au long du livre sans pour autant se chevaucher dans le corps du texte (Pappas, 2006). Dans l'hybride « Information épisodique » (5), narration et information s'entrecoupent. Le temps passé est fréquemment employé dans la narration, qui passe de la première personne, lorsque les humains discutent, à la troisième personne lorsqu'on se réfère au thème exploité. Dans l'hybride « Information annotée au sein de la narration » (6), une histoire occupe presque tout l'espace, le contenu informatif étant confiné à un petit encadré en retrait (Pappas, 2006). Enfin, au sein de l'hybride « Poésie informative » (7), la chercheuse propose un poème dont le message est brièvement expliqué à la fin sous forme de texte informatif.

Cette façon de concevoir le documentaire, ouverte au type informatif comme au narratif, rejoint celle formulée par Chenouf (2009), qui ne cherche pas à ranger un ouvrage dans un type, mais plutôt à décrire le trajet entre l'enfant, le procédé et l'éventuelle accession au savoir :

« (...) les documentaires sont particuliers : ils ne racontent pas une histoire, mais ils tiennent plusieurs discours mêlant, côte à côte et sans avertissement, des tons humoristiques ou affectueux, des supports photographiques ou dessinés, vagabondant en toute innocence entre les échelles du monde, à la recherche, le plus souvent, d'effets spectaculaires » (Chenouf, 2009, p. 9)

Reconnaissant qu'il serait impossible de classer tous les documentaires hybrides selon les caractéristiques décrites par Pappas (2006), nous avons été intéressé par l'idée de retenir des moments forts de la démarche scientifique pour décrire les différents ouvrages. Ainsi, Chenouf (2009) présente le documentaire autour de cinq verbes d'action : observer, nommer, classer, écrire et s'interroger. Nous résumons ici les principales caractéristiques identifiées. (1) Fondamentale pour le scientifique, la capacité d'observation se développe et se cultive dès le jeune âge. D'abord, pour les tout-petits, ce sont les imagiers, par leurs illustrations et leurs photographies, qui transportent l'apprenti lecteur dans un monde plus vrai que nature. Si certains auteurs sollicitent les capacités d'observation des jeunes lecteurs par la mise en page scriptovisuelle, d'autres convient petits et grands à une activité d'observation sur le terrain, les invitent à se questionner, à remettre en cause leurs idées préconçues et à reconsidérer le monde

tel que perçu (Chenouf, 2009). (2) Puis, c'est en nommant que les jeunes lecteurs communiquent le fruit de leurs découvertes. Ici, Chenouf (2009) rappelle qu'on trouve dans le documentaire, en plus des imagiers, des abécédaires, des albums qui recensent des animaux, des objets, des nombres, etc. Le jeu des comparaisons amène le lecteur à considérer les caractéristiques propres, les ressemblances et les dissemblances, mais aussi à découvrir des liens entre des objets ou des êtres en apparence distincts. Nommer, c'est aussi énumérer. Et les façons de s'y prendre sont infinies : dans l'ordre ou le désordre, en considérant un thème, etc. Nommer, c'est aussi marquer son appartenance à une langue, c'est découvrir les mécanismes qui en permettent la compréhension et les émotions qui en découlent (Chenouf, 2009). (3) Classer, ordonner, compter, voilà autant d'opérations et d'intérêts que les jeunes peuvent retrouver au sein du documentaire. Et tout y passe : des nombres au fil du temps, en passant par toute une panoplie de caractéristiques ou de propriétés. La classification exige de l'inventivité certes, car élaborer des critères, des principes ou des catégories est un art. Il faut considérer les relations entre les uns et les autres, organiser ses idées, choisir des scénarios, puis classer.

D'après Chenouf (2009), nombreux sont les documentaires qui bouleversent les représentations des jeunes lecteurs et qui, par conséquent, les invitent à rassembler leurs idées et à dépasser leurs propres conceptions. Citant Vygotski, l'auteure rappelle que les concepts spontanés ou quotidiens construits par les jeunes apprenants au fil de leurs expériences peuvent être confrontés, entre autres, par la lecture. Elle suggère de proposer aux lecteurs un contact avec le savoir. La constante interaction entre l'expérience et le savoir favorise l'évolution des représentations scientifiques (Chenouf, 2009). (4) « On ne lit pas qu'avec sa tête. On lit aussi avec ses mains » (Chenouf, 2009, p. 33), voilà qui résume bien l'importance de consigner ses observations. Selon l'auteure, les documentaires ont cette particularité de présenter différentes façons de regrouper des écrits. En proposant des listes, par exemple, on permet au lecteur de trier l'information, de la hiérarchiser, de la mémoriser et de développer sa connaissance abstraite. Pour le lecteur, le documentaire apparaît également comme une porte d'entrée vers l'écriture scientifique. Concevoir la mise en page de façon à séparer textes narratifs et explicatifs, utiliser titres et sous-titres, légendes, mots surlignés, proposer des rubriques qui attirent l'attention du lecteur, présenter des résultats sous forme de tableaux, ne sont que quelques pistes pour aider le lecteur à mieux évoluer au sein de la lecture d'un documentaire.

Certains ouvrages vont plus loin, en invitant le lecteur à sélectionner des thèmes identifiés au moyen d'onglets. D'autres présentent des mots-clés, qui sont définis à la fin de l'ouvrage par un court texte ou un dessin. Pour les lecteurs plus âgés, le sommaire et la table des matières permettent de trouver une information recherchée, alors que l'index et le glossaire aident à mieux aborder le contenu. Dans quelques rares cas, l'auteure note la présence d'une bibliographie. (5) Dans le documentaire, le questionnement occupe une place centrale. Qu'il soit formulé par un personnage fictif ou qu'on le présente à la suite d'un texte explicatif, le documentaire invite le lecteur à s'interroger. S'il faut parfois parcourir le texte en entier pour dénicher les réponses, il arrive toutefois que le lecteur doive explorer autour de lui pour répondre, la quête n'en étant pas moins pertinente. Par exemple, une fable peut servir à introduire une problématique qui normalement serait abordée sous l'angle de l'information. Bien que le contexte soit plus léger, Chenouf (2009) rappelle qu'il permet d'aborder des questions d'intérêt général. Pour l'auteure, il est important d'alimenter la soif d'apprendre du lecteur en l'amenant à se poser des questions et à chercher des pistes de solution, tout en évitant de mettre fin à une réflexion en présentant un raisonnement tout fait.

### **2.10.3 Le texte narratif**

Enfin, Stein et Glenn (1979), dans Irwin (2007), se sont intéressés à la structure d'une histoire. Ils ont identifié six moments-clés d'un récit. Le contexte (1) introduit le personnage principal; l'événement déclencheur (2) entraîne le personnage à réagir; une réponse émotive (3) présente une lecture bien personnelle de la situation par le personnage; une première tentative (4) constitue une action pour faire évoluer la situation; la conséquence (5) évoque les résultats de l'action, et la réaction (6) dresse un bilan de l'action menée (Stein et Glenn, 1979 dans Irwin, 2007). Or, qu'en est-il lorsqu'un récit propose un enjeu scientifique comme trame de fond? Dans l'album illustré *Mon île blessée* (Pasquet, 2009), une Inuit est inquiète, car la montée du niveau de la mer menace son île. Au fur et à mesure qu'évolue le récit, l'imaginaire de l'enfant nous fait connaître cette créature maléfique qu'est le réchauffement climatique. Le lecteur découvre les impacts de cette menace environnementale qui a de lourdes conséquences pour les habitants de l'île. Comment le texte narratif arrive-t-il à expliquer un phénomène? Y a-t-il des avantages à adopter une trame narrative? Norris, Guilbert, Smith, Hakimelahi et Phillips (2005) se sont

penchés sur ces questions. Ils ont étudié des textes narratifs, ce qui les a amenés à élaborer un modèle présentant les huit caractéristiques propres au texte narratif. Pour les auteurs, trois d'entre elles ont une grande importance : l'occurrence d'une suite d'événements (1) se déroulant dans le temps passé (2) et qui met en cause des personnages (3). Admettant qu'il existe différents degrés de narrativité au sein d'histoires, Norris et *al.* (2005) recensent également la présence d'un narrateur (4), d'une intrigue (5), d'une structure dans le récit (6), d'une quête (7) et d'un lecteur (8) comme caractéristiques, tout en admettant qu'elles ne constituent pas des conditions absolues pour qu'il y ait une narrativité. Selon les chercheurs, ces caractéristiques permettent de mettre en évidence l'explication narrative, cette façon de faire découvrir au lecteur un fait scientifique à travers un récit. Par exemple, dans *Climat électrique au zoo!* (Alban et Mabire, 2008), un sympathique pirate rivalise d'ingéniosité pour sauver les animaux d'un zoo en panne d'électricité. Tous sont mis à contribution, au grand bonheur du lecteur, qui voit concrètement les animaux générer leur propre énergie (éolienne, biomasse, solaire, etc.). Dans cet ouvrage, les concepts scientifiques liés à la production d'énergie étant intégrés au sein de la trame narrative, le lecteur en découvre les rouages au fil de l'histoire. Aussi, comme le narrateur expose des actions et leur utilité (installer des éoliennes avec des bananiers et placer des câbles pour conduire l'air climatisé aux ours polaires, par exemple), le lecteur peut aisément créer des liens. De plus, il est à même de comprendre et de déduire certaines informations qui découlent d'autres informations (comme le fait que tous les animaux maigrissent en faisant de l'exercice). Autant de caractéristiques qui permettent au lecteur d'aborder progressivement un fait scientifique. Pour Norris et *al.* (2005), en plus de solliciter l'intérêt du lecteur et d'être plus faciles à mémoriser et à assimiler, les textes narratifs introduisent souvent l'histoire des sciences, contribuant ainsi à personnaliser la science. Les chercheurs rappellent toutefois l'importance d'explorer différentes variantes textuelles.

### **2.11 La vulgarisation scientifique : différents textes pour aborder les savoirs de la science**

En somme, les auteurs s'entendent sur les principaux textes littéraires que sont le documentaire, l'hybride et le narratif et leur place dans l'apprentissage des sciences. Les différentes façons de catégoriser les variantes textuelles de la littérature jeunesse ont permis d'en dresser un éventail, mais la diversité des ouvrages disponibles sur le marché dépasse largement ces caractéristiques, ou catégories. Nous l'avons exposé en introduction; la littérature jeunesse ayant fait l'objet de



travaux de recherche bien documentés, nous avons décidé de nous pencher sur elle afin d'évaluer les différentes variantes textuelles. Au sein même de la littérature, les trois textes identifiés peuvent adopter un genre (album, bande dessinée, conte, légende, roman, poésie, etc.) et se présenter sur un support (livre papier ou audionumérique). Mais la diversité des productions de VS dépasse largement la littérature jeunesse. En effet, les magazines, journaux et sites Internet élaborés par des vulgarisateurs scientifiques fournissent différentes occasions aux jeunes d'aborder la science. Au Québec, les magazines *Les Débrouillards* (pour les 9 à 14 ans) et *Les Explorateurs* (7 à 9 ans), aux Éditions Bayard Canada, proposent différents textes de VS à leurs jeunes lecteurs. Entre une chronique sur un désastre écologique qui bouleverse l'actualité, un dossier sur une réalisation technologique, un reportage sur le travail d'une chimiste, l'histoire illustrée d'un husky du Grand Nord, une bande dessinée inspirée de la vie d'un chercheur canadien ou une expérience à réaliser, l'exploration emprunte différentes variantes textuelles, au grand bonheur des jeunes curieux.

## **2.12 Comment comprendre un texte ou apprendre de celui-ci?**

Devant autant de variété dans les publications de VS, il importe de se demander comment le lecteur traite les différents textes. La compréhension de texte, qui a engendré de nombreux modèles en didactique de la lecture, se distingue de l'apprentissage inhérent à la lecture. Tel que l'évoque le psychologue Kintsch (1986) : « it is one thing to write a chapter in a geography book (or a verbal problem statement, an operating manual, etc.) that is easily comprehended and memorized, but another to write it in a way that a given student is able to learn from it effectively » (p. 88). Dans cette recherche, nous nous intéressons à l'évolution des conceptions alternatives de jeunes lecteurs par la médiation de textes de VS. Bien que l'apprentissage de concepts scientifiques soit au cœur des préoccupations de cette recherche, le texte doit d'abord être compris par le lecteur. En ce sens, la compréhension et l'apprentissage apparaissent donc indissociables. Mais sont-ils équivalents pour autant?

Afin d'y voir plus clair, Van Dijk et Kintsch proposent une théorie sur les représentations mentales dans leur ouvrage *Strategies of Discourse Comprehension* (1983), qui permet de décrire le niveau de compréhension d'un texte. Ainsi, les chercheurs distinguent deux niveaux

de représentation mentale : un niveau qui est inhérent à la base du texte<sup>30</sup>, et un autre qui est propre au contenu véhiculé par le texte et qui intègre les connaissances, appelé « modèle de situation »<sup>31</sup>. Van Dijk et Kintsch (1983) insistent sur le fait que le lecteur peut avoir accès à l'une ou l'autre de ces représentations mentales, ou à une combinaison des deux. Le premier niveau implique l'organisation de l'ensemble des propositions pour permettre au lecteur de se bâtir une représentation mentale à mesure qu'il édifie sa compréhension. Ce niveau permet au lecteur de se remémorer l'idée générale, en utilisant quelques mots tirés du texte. Le deuxième s'intéresse plus spécifiquement au sujet traité par le texte, et il implique les connaissances du lecteur. Il se distingue du premier niveau, car il fait appel aux connaissances antérieures du lecteur pour que ce dernier se construise une représentation personnelle des éléments véhiculés dans le texte. Reconnaissant que ces deux niveaux de représentation mentale se complètent, mais que le deuxième niveau est celui qui favorise une meilleure compréhension chez le lecteur, ils rappellent que le modèle de situation :

« [...] is an integrated structure of episodic information, collecting previous episodic information about some situation as well as instantiated general information from semantic memory [...] the situation model should allow updating, and finally, situation model should form the basis for learning » (Van Dijk et Kintsch, 1983, p. 344)

Cette théorie nous apparaît particulièrement intéressante, puisqu'elle considère les différents niveaux de compréhension et qu'elle fait appel à la fois aux représentations mentales du lecteur concernant les éléments de contenu véhiculés au sein du texte, et à l'intégration de ces notions à ses connaissances antérieures tout au long du processus de compréhension. Ainsi, la compréhension de texte exige du lecteur qu'il mette en lien les informations du texte avec ses connaissances antérieures pour contribuer à se façonner une représentation mentale.

Pour sa part, l'apprentissage va plus loin et exige du lecteur une intégration complète du nouvel élément d'information au sein de ses connaissances antérieures. Le véritable apprentissage reflète cette compétence du lecteur à réutiliser une notion du texte, mais dans un autre contexte.

---

<sup>30</sup> *Textbase*, en anglais

<sup>31</sup> *Situation model*

« I define learning from text as the ability to use the information acquired from the text productively in novel environments. This requires that the text information be integrated with reader's prior knowledge and become a part of it, so that it can support comprehension and problem solving in new situations. » (Kintsch, 1998, p. 290)

Les représentations mentales que le lecteur se crée étant liées à l'intégration d'informations, particulièrement au niveau du texte de base et du modèle de situation, il s'avère pertinent de se demander quelle contribution chacune d'entre elles peut apporter lors d'un apprentissage, par exemple lors d'une résolution de problème.

Trois ans après la publication de l'ouvrage *Strategies of Discourse Comprehension*, Kintsch (1986) a pu élaborer davantage sur la nécessité de ces représentations mentales pour retenir une information et faire un apprentissage. Voulant déterminer quel éclairage chacune de ces représentations peut apporter lors de la résolution d'un problème, le chercheur a analysé comment des élèves du primaire solutionnaient un problème d'arithmétique, et comment des étudiants de niveau collégial se représentaient une carte géographique après la lecture de deux textes décrivant une ville. Le chercheur a découvert que, d'une part, le texte de base peut influencer la capacité du lecteur à retenir les éléments d'information. Toutefois, ce sont les modèles qu'il se crée qui lui permettent de réaliser un apprentissage. Ainsi, chez les élèves du primaire, lorsque la formulation linguistique du texte était voisine de l'équation mathématique sous-jacente et lorsqu'elle était présentée en empruntant un contexte familier pour le lecteur, l'interprétation des élèves était généralement appropriée. De leur côté, les étudiants qui devaient représenter une ville ont eu plus de facilité à retenir les informations lorsque le texte les présentait dans un ordre cohérent.

Par ailleurs, la représentation mentale imaginée par le lecteur sur les notions introduites a eu une influence marquée sur les apprentissages. Comme nous l'avons évoqué, cette recherche a également permis de mettre en lumière la place importante accordée au modèle construit par le lecteur. Pendant la lecture du problème d'arithmétique, le jeune lecteur s'est créé un modèle pour résoudre le problème. Une fois ce modèle élaboré, celui-ci a pris toute la place. En questionnant l'élève sur les informations du texte de base, c'est la mémoire de l'élève qui le

reconstruisait à partir du modèle qu'il s'était créé. De leur côté, les élèves de niveau collégial ont également pu reconstruire le texte lu à partir d'une représentation mentale qu'ils s'étaient forgée à la suite de leur lecture. Les élèves qui ont appris, et qui ont été à même d'inférer une information non écrite explicitement sont ceux qui ont pu encoder les informations sur l'organisation de la ville au moyen d'une carte ou élaborer un chemin à suivre (Kintsch, 1986).

Si faciliter la compréhension d'un texte nécessite de présenter les informations de manière à ce qu'elles soient retenues plus aisément par la mémoire à court terme, Kintsch (1986) insiste qu'il en est tout autrement lorsqu'on souhaite qu'un lecteur apprenne d'un texte :

« If the goal of instruction is to enable students to learn some subject matter on the basis of a text, it becomes necessary to consider how the student can construct from the text a mental model of the situation. As the data have shown, what sort of textbase is formed matters a great deal for the construction of a situation model, but the formation of a textbase is not a sufficient condition for the building of a situation model. Additional factors must be considered to enable efficient learning. Learning from text is not to be equated with remembering the text. »  
(Kintsch, 1986, p. 106)

Dans notre recherche, comme nous souhaitons élaborer un modèle susceptible d'amener le vulgarisateur scientifique à amener un changement conceptuel chez le lecteur, nous considérerons deux variables importantes pour amener le lecteur à faire un apprentissage, soit ses connaissances antérieures et la structure du texte.

### **2.12.1 Le pouvoir des connaissances antérieures**

Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on s'intéresse aux connaissances antérieures des lecteurs. L'un des pères de la psychologie cognitive, Bartlett (1932), a fait lire une légende amérindienne<sup>32</sup> à des participants à qui on demandait, après une quinzaine de minutes, de se remémorer l'histoire lue. Cette expérience a permis à Bartlett de démontrer que notre mémoire ne reproduit pas fidèlement la réalité, mais reconstruit plutôt ses souvenirs à partir de nos expériences personnelles. Certaines références culturelles éloignées d'un lecteur n'étaient pas retenues, alors

---

<sup>32</sup> *The War of the Ghosts*

qu'elles pouvaient l'être par un autre lecteur qui avait déjà une certaine connaissance de l'élément véhiculé dans le texte. Ainsi, selon Bartlett (1932), les schémas que nous nous forgeons, qui constituent en quelque sorte nos structures cognitives, nous servent de référence pour aborder et assimiler un nouveau savoir. Dans les années 1970, ces recherches ont influencé les théoriciens qui ont décrit les processus par lesquels une nouvelle information tirée d'un texte est reliée à une connaissance antérieure.

### **2.12.2 Un savoir bien ancré dans le passé**

Dans sa thèse de doctorat, la chercheuse américaine Lipson (1982) s'est intéressée également au rôle des connaissances antérieures dans l'apprentissage d'une information. Elle s'est penchée plus précisément sur la capacité de jeunes lecteurs moyens et faibles de troisième année du primaire d'apprendre une nouvelle information à partir d'un texte documentaire. En guise de prétest, les élèves étaient rencontrés individuellement et on leur faisait la lecture d'énoncés en lien avec le texte qu'ils devaient lire. Ils étaient invités à répondre par vrai ou faux et à passer la question s'ils n'étaient pas certains de leur réponse. Une semaine après, les élèves devaient lire huit courts passages et répondre à des questions après chacun des dits passages. Enfin, ils devaient raconter tout ce qu'ils avaient retenu des passages lus. Cette recherche a démontré que les élèves se fiaient davantage à leurs connaissances antérieures qu'au texte, et ce, même si celles-ci contredisaient les informations du texte. Par exemple, bien qu'on stipulait explicitement dans le texte qu'un insecte possède six pattes alors que l'araignée en a huit, des élèves sont demeurés fidèles à leurs convictions de départ. Ainsi, s'ils avaient répondu lors du prétest que l'araignée appartenait à la classe des insectes, qui eux ont six pattes, les élèves demeuraient sur leur position. Pour Lipson (1982) :

« [...] this is not a matter of the quantitative lack of prior knowledge, but a qualitative mismatch between the text and the reader's background knowledge. [...] Subjects in both groups seemed better able to learn new information when they did not have wrong information clutter up their schema. » (p. 258)

De plus, la chercheuse a démontré que les élèves des deux groupes avaient plus de facilité à acquérir de nouvelles connaissances lorsqu'ils s'étaient abstenus de répondre au prétest que lorsqu'ils avaient donné une réponse erronée, ce qui renforce l'idée selon laquelle les

connaissances antérieures peuvent interférer dans la compréhension de texte de ces jeunes lecteurs (Lipson, 1982). Des recherches ultérieures apporteront néanmoins quelques nuances quant au rôle de ces connaissances antérieures.

### **2.12.3 Le rôle des connaissances antérieures dans l'apprentissage**

Que se passe-t-il si l'on mobilise les connaissances antérieures des lecteurs tout juste avant une lecture? Les lecteurs seront-ils tentés de les laisser de côté au profit de celles qui sont présentées dans le texte? C'est ce qu'ont voulu savoir les chercheurs Alvermann, Smith et Readence (1985). Cinquante-deux lecteurs moyens de sixième année du primaire ont lu des passages de deux courts textes documentaires, l'un présentant le serpent à sonnette (286 mots) et qui était généralement compatible avec les connaissances antérieures des élèves, et l'autre, la lumière et la chaleur solaire (285 mots), qui était jugé incompatible puisqu'il présentait des informations contre-intuitives. Les élèves ont été séparés en deux groupes, respectivement de 27 et 25 élèves. Avant la lecture, on demandait aux élèves du premier groupe de décrire ce qu'ils connaissaient du sujet annoncé, alors que les élèves du deuxième groupe ont reçu d'autres informations sans lien avec les textes à lire. Après la lecture, les élèves des deux groupes devaient écrire ce qu'ils avaient retenu et répondre à un test à choix de réponses sur chacun des courts textes. Bien que les résultats des tests aient été sensiblement les mêmes pour les élèves qui ont activé leurs connaissances avant la lecture que pour ceux qui ne l'ont pas fait, leurs écrits démontrent qu'ils ont laissé leurs connaissances antérieures prendre le dessus sur celles qui étaient présentées dans le texte. En effet, les élèves qui ont activé leurs connaissances avant de lire le texte sur la lumière, et qui l'ont effectivement lu par la suite, ont généralement gardé leurs connaissances de départ. Le texte sur le serpent à sonnette étant en phase avec les idées des jeunes lecteurs, les chercheurs n'ont noté aucune différence entre le groupe qui avait activé ses connaissances antérieures et le groupe qui ne l'avait pas fait.

Trois ans auparavant, une recherche similaire menée par Peeck, van den Bosch et Kreupeling (1982) avait toutefois présenté des résultats différents. Ces chercheurs avaient demandé à soixante-huit élèves de la cinquième année de lire un court texte de 125 mots dans lequel on présentait dix-huit informations différentes sur une espèce de renard fictive. On a divisé le

groupe en deux : le premier activait ses connaissances avant la lecture, alors que le deuxième ne les activait pas. On s'est aussi interrogé quant à l'importance de l'organisation de l'information au sein du texte. Alors, chacun de ces groupes a été sous-divisé en fonction de l'organisation du contenu : l'un des contenus était qualifié d'organisé, et l'autre de désorganisé. Dans la version dite désorganisée, les sujets abordés étaient présentés dans le même ordre que dans la version organisée, mais des éléments d'information appartenant à un même sujet pouvaient être mélangés à un autre sujet, par exemple. Avant la lecture, les chercheurs ont donné le titre du texte et ont informé les élèves qu'on leur décrirait d'une part les caractéristiques physiques de l'animal, et d'autre part son alimentation et son mode de vie. Dans cette recherche également, les élèves étaient invités à écrire ce qu'ils connaissaient du sujet à lire. Après la lecture, les élèves devaient écrire les idées retenues et répondre à un test à choix de réponses. Contrairement à la recherche d'Alvermann, Smith et Readence (1985), Peeck, van den Bosch et Kreupeling (1982) ont démontré que les élèves qui avaient mobilisé leurs connaissances antérieures avant la lecture du texte avaient retenu plus aisément les informations qui contredisaient leurs idées de départ. Par contre, les informations qui allaient dans le même sens que les connaissances antérieures n'ont pas été mieux retenues chez ces sujets. De plus, dans cette recherche, l'organisation des informations au sein du texte n'a pas été un facteur qui a affecté la rétention des informations, le texte « organisé » n'ayant pas permis aux lecteurs de retenir plus d'informations. On peut toutefois se questionner sur l'importance de cette désorganisation des informations. D'autres recherches, dont celle de Meyer et Freedle (1984) montreront plus tard l'importance de l'organisation de l'information pour permettre une meilleure appropriation des informations par le jeune lecteur.

Devant cette absence de consensus quant au rôle de la sollicitation des connaissances antérieures sur l'apprentissage d'informations contre-intuitives, les chercheurs ont voulu savoir s'il en était de même pour des lecteurs plus âgés. Bien que notre thèse porte sur des apprenants de niveau scolaire primaire, nous nous intéresserons brièvement aux recherches menées sur des apprenants du niveau collégial et même universitaire. Cela permettra de présenter comment les recherches sur la sollicitation de connaissances ont progressé et comment les méthodes de recherche pour y avoir accès ont permis d'en apprendre davantage. Ultimement, ces travaux pourront enrichir notre recherche. Hynd et Alvermann (1986b) ont sollicité la participation de quarante étudiants

faibles de niveau collégial. Choisis pour leur propension à présenter des fausses conceptions, ces étudiants devaient prédire la trajectoire d'un objet lâché d'une hauteur donnée. Dans cette recherche, plutôt que de simplement proposer un texte à des étudiants qui avaient ou n'avaient pas fait appel à leurs connaissances antérieures, les chercheuses ont voulu étudier également l'impact de la structure du texte sur la compréhension des lecteurs. Elles ont donc présenté deux versions d'un texte sur la trajectoire d'un projectile : une version dite classique (627 mots) et une version de réfutation (639 mots). Quatre groupes furent formés : des étudiants ayant lu la version classique et activé leurs connaissances; des étudiants ayant lu la version de réfutation et activé leurs connaissances; des étudiants ayant lu la version classique sans avoir activé leurs connaissances; et finalement des étudiants ayant lu la version de réfutation, mais toujours sans avoir activé leurs connaissances. Chez les étudiants à qui on a demandé d'activer leurs connaissances antérieures, à peine 16 % ont été à même de prédire correctement la trajectoire de l'objet. Concrètement, ces étudiants devaient choisir sur un schéma quelle courbe représentait la chute d'un objet depuis une falaise. Pendant ce temps, les autres étudiants ont étudié une image sur le concept de la relativité, mais ce, sans lien avec le sujet traité. Les prétests portaient sur la théorie du mouvement de Newton et la justification de leurs idées (avant la lecture). L'écriture des concepts retenus et la réalisation de posttests sur la théorie de Newton (après la lecture) ont permis aux chercheuses d'évaluer les apprentissages des étudiants. Dans cette recherche, Hynd et Alvermann (1986b) ont mis en lumière le pouvoir du texte de réfutation à faire évoluer les conceptions alternatives des lecteurs. Les chercheuses ne notent toutefois aucune différence dans les apprentissages des étudiants qui ont fait appel à leurs connaissances antérieures avant la lecture, autant chez ceux qui ont lu le texte classique que chez ceux qui ont lu le texte de réfutation. Dans le but de mieux comprendre l'effet d'une activation des connaissances avant la lecture d'un texte, une seconde recherche a été menée par Hynd et Alvermann (1986a) auprès de quarante-trois lecteurs forts, moyens et faibles de niveau collégial. Cette fois, on a noté que les étudiants qui n'ont pas activé leurs connaissances antérieures avant la lecture ont retenu plus d'informations importantes que ceux qui les ont activées, et ce, peu importe les compétences de lecture des étudiants. Plus encore, plutôt que de profiter de cette activation des connaissances pour réaliser l'incongruité de leurs connaissances et amorcer un apprentissage, les sujets qui ont bénéficié d'une activation des connaissances antérieures sont



demeurés attachés à celles-ci. Le texte de réfutation ne s'est pas montré plus efficace que le texte classique dans cette recherche.

Quelques années plus tard, une recherche menée par Alvermann et Hague (1989), toujours auprès d'étudiants de niveau collégial à qui on demandait de décrire la trajectoire d'un objet lancé d'une hauteur donnée, démontrera pourtant le contraire. Mais cette fois, on a voulu savoir si le fait de prévenir le lecteur que l'information présenterait potentiellement des différences avec ses conceptions de départ allait influencer les apprentissages. Recourant une fois de plus aux textes classique et de réfutation sur le mouvement de Newton, les chercheuses ont cette fois sous-divisé chaque groupe de lecteurs selon trois différents niveaux d'activités d'activation des connaissances. Le premier niveau proposait une activité d'activation des connaissances sur la théorie du mouvement de Newton, dans laquelle les étudiants devaient dessiner la trajectoire d'une bille lâchée depuis une table. À ce niveau, on encourageait l'étudiant à être vigilant, puisque le texte pouvait présenter des informations contre-intuitives. Le deuxième niveau se contentait de présenter la théorie du mouvement, sans prévenir le lecteur de la présence d'informations contre-intuitives au sein du texte. Enfin, le dernier niveau n'activait pas les connaissances antérieures des lecteurs. Pour évaluer les apprentissages, les chercheuses ont proposé des posttests qui comportaient une section à courtes réponses, une autre avec des questions vrai ou faux, et une dernière dans laquelle on demandait aux étudiants de solutionner le problème du départ qui portait sur la trajectoire d'un objet lancé d'une hauteur donnée. Alvermann et Hague (1989) ont noté que les étudiants qui appartenaient au premier groupe ont obtenu de meilleurs résultats aux posttests que ceux qui ont seulement reçu l'activité d'activation des connaissances. Ainsi, il semble que lorsqu'on sollicite les conceptions d'un lecteur de niveau collégial avant une lecture, et qu'on l'informe aussi qu'il lira des informations qui risquent d'entrer en conflit avec ses propres idées, ce dernier pourra assimiler avec plus de facilité le concept en question.

#### **2.12.4 La structure d'un texte : un catalyseur de l'apprentissage**

Si l'influence des connaissances antérieures sur la compréhension d'un texte a été largement documentée au début des années 1980, elle occupe également une place grandissante dans

l'apprentissage des sciences. Inspiré par les travaux d'Ausubel (1968) et de Piaget (1974), on note à cette époque un intérêt de plus en plus marqué envers l'influence des conceptions alternatives, celles-ci étant intimement liées aux connaissances antérieures des apprenants<sup>33</sup>. Par exemple, dans leur recherche, Nussbaum et Novak (1976) ont interrogé des élèves de la deuxième année du primaire sur leurs conceptions de la forme de la Terre et les effets de sa gravité. Ils ont recensé cinq conceptions alternatives : la Terre est plate, la Terre est ronde avec des territoires plats là où les humains vivent, la Terre est ronde et les humains vivent sur le dessus, la Terre est ronde, mais il existe un haut et un bas et finalement, la Terre est ronde et le bas se dirige vers son centre. Ces conceptions alternatives influençant leur mode d'appropriation des concepts scientifiques, on a voulu élaborer une théorie décrivant comment une conception jugée inappropriée peut être remplacée par une autre dans l'esprit d'un apprenant.

#### 2.12.5 Une première théorie de changement conceptuel

Imprégnés des travaux de la science normale de Kuhn (1970)<sup>34</sup> selon lesquels les connaissances scientifiques font l'objet de révolutions lorsqu'on passe d'un paradigme à un autre, et de ceux de Lakatos (1970) sur le programme de recherche, Posner, Strike, Hewson et Gertzog (1982) ont échaudé une première théorie sur le changement conceptuel<sup>35</sup>. Pour eux, la première phase d'un changement conceptuel, l'*assimilation*, se produit lorsqu'un apprenant a recourt à ses conceptions alternatives pour expliquer un phénomène. Ces conceptions n'étant pas toujours adéquates, il doit alors les remanier ou encore les remplacer : on parle alors d'*accommodation*. D'après Posner et *al.* (1982), l'apprentissage est essentiellement une activité cognitive rationnelle, écartant du même coup les aspects affectifs et motivationnels dont ils reconnaissent néanmoins l'importance (Bêty, 2009).

Soucieux d'étudier cette reconstruction des conceptions, les chercheurs ont défini quatre conditions permettant une *accommodation* :

---

<sup>33</sup> Les recherches en didactique de la lecture font généralement référence aux connaissances antérieures des élèves, alors que celles qui sont publiées en didactique des sciences utilisent plutôt le terme « conceptions » pour désigner le déjà-conceptuel sur lequel les élèves s'appuient.

<sup>34</sup> Une réédition de son premier ouvrage *La structure des révolutions scientifiques* (1962).

<sup>35</sup> *Conceptual Change Model (CCM)*

- 1) *l'apprenant doit ressentir une insatisfaction à l'égard de ses conceptions alternatives*, ce qui implique d'avoir rencontré un certain nombre de problèmes devant lesquels ces conceptions se sont avérées inefficaces;
- 2) *la nouvelle conception scientifique doit sembler intelligible*; l'apprenant doit pouvoir cerner comment son expérience l'amène à mettre à profit cette nouvelle conception;
- 3) *la nouvelle conception doit apparaître plausible* pour permettre de solutionner les problèmes rencontrés par l'apprenant;
- 4) *la nouvelle conception doit permettre d'explorer de nouvelles avenues* en démontrant son potentiel d'exploitation. (Posner et al., 1982)

Dans cette recherche, bien que nous ayons retenu l'appellation « conception alternative » pour désigner les conceptions initiales des apprenants, Posner et al. (1982) recourent invariablement aux expressions « commitments », « concepts » et « conceptions » en référence aux conceptions alternatives des apprenants, tout comme aux concepts scientifiques. D'après Bêty (2009), même si les auteurs considèrent les concepts scientifiques comme supérieurs aux conceptions des apprenants, l'utilisation de ces différents termes imprécis entraîne un certain flou au sein du texte.

Conscients qu'une conception alternative n'arrive pas seule, mais qu'elle s'inscrit dans un environnement conceptuel qui aide l'apprenant à s'approprier le réel, Posner et al. (1982) se réfèrent à l'écologie conceptuelle (Toulmin, 1972) pour décrire ces concepts qui conditionnent le changement conceptuel. Les chercheurs ont identifié cinq déterminants pouvant influencer le choix de nouveaux concepts :

- 1) *le type d'anomalies* rencontrées qui occasionnent une insatisfaction;
- 2) *les analogies et métaphores* pouvant suggérer l'intelligibilité de nouvelles idées;
- 3) *les positions épistémologiques* par rapport au savoir, le rendant plausible aux yeux de l'apprenant;
- 4) *les croyances* pouvant mener l'apprenant à accepter ou à rejeter une explication ou un concept;

- 5) *les connaissances* dans différents champs de savoirs, qui peuvent interférer dans la sélection d'un concept plus prometteur.

Selon les chercheurs, voilà autant de déterminants de l'écologie conceptuelle qui peuvent influencer l'accommodation. Dans leur recherche, Posner *et al.* (1982) ont mené des entrevues auprès d'étudiants de niveau collégial qui devaient solutionner deux problèmes sur la théorie de la relativité restreinte d'Einstein. Le premier portait sur le fonctionnement d'une horloge en lien avec le concept de temps, alors que le deuxième portait sur la synchronisation d'horloges séparées par une distance donnée. Les sujets devaient justifier leur raisonnement et leur réponse à voix haute.

Au sein de l'écologie conceptuelle, les chercheurs ont identifié deux déterminants majeurs : la présence d'anomalies favorisant un sentiment d'insatisfaction chez l'apprenant et la prise en compte de ses connaissances au sujet de la science.

« If taken seriously by students, anomalies provide the sort of cognitive conflict (like a Kuhnian state of crisis) that prepares the student's conceptual ecology for an accommodation. The more students consider the anomaly to be serious, the more dissatisfied they will be with current concepts, and more likely they may be ready ultimately to accommodate new ones. Metaphysical beliefs and epistemological commitments form the basis on which judgment are made about new knowledge. Thus, a conceptual change will be rational to the extent that students have at their disposal the requisite standards of judgment necessary for the change. If a change to special relativity requires a commitment to the parsimony and symmetry of physical theories (as it did for Einstein), then students without these commitments will have no rational basis for such a change. » (Posner *et al.*, 1982, p. 224)

Comparant les anomalies de l'écologie conceptuelle à ces périodes de crise évoquées par Kuhn (1970), les chercheurs font le rapprochement avec le conflit cognitif qui amène l'élève à un état de conscience des lacunes de son modèle explicatif et le prépare à une *accommodation*. Plus loin, Posner *et al.* (1982) s'interrogent toutefois sur la réelle possibilité pour les élèves de ressentir cette insatisfaction à l'égard d'une anomalie, puisqu'ils n'ont pas une connaissance étendue de l'expérience qui a donné lieu à la théorie. Dans de telles circonstances, les auteurs se demandent si, en ne ressentant pas un conflit cognitif vis-à-vis d'une théorie et en se limitant

à la rendre intelligible et plausible, les élèves pourront vivre l'étape de l'*accommodation*. Les chercheurs y vont donc de quelques propositions visant à provoquer chez les élèves un sentiment d'insatisfaction envers leurs conceptions alternatives. Les élèves doivent :

- 1) comprendre pourquoi les résultats expérimentaux présentent une anomalie;
- 2) croire qu'il est nécessaire de concilier le nouveau savoir avec leurs conceptions alternatives;
- 3) s'engager pour réduire ces écarts entre le savoir et leurs croyances;
- 4) avoir essayé en vain d'intégrer le nouveau savoir à leurs conceptions alternatives actuelles. (Posner et *al.*, p. 221)

Cette recherche a permis de mettre en lumière à quel point les conceptions alternatives sont bien imprégnées dans l'esprit des apprenants. Pour apprendre, Posner et *al.* (1982) réitèrent l'importance de faire ressentir à ces apprenants un sentiment d'insatisfaction à l'égard de leurs conceptions alternatives, de même qu'ils doivent trouver intelligibles, plausibles et prometteurs les nouveaux concepts appris. Pour arriver à cette fin, les chercheurs ont formulé des recommandations aux enseignants afin de les aider à faire expérimenter cette *accommodation* à leurs élèves. Comme notre recherche vise à élaborer un modèle didactique de VS destiné aux vulgarisateurs scientifiques ayant pour but de les accompagner dans l'élaboration d'outils, nous retiendrons principalement leurs suggestions quant au contenu. Ainsi, pour rendre le contenu des cours (et des textes) plus intelligible, plausible et prometteur, Posner et *al.* (1982) recommandent :

- 1) de mettre l'accent sur l'*assimilation* et l'*accommodation* des éléments de contenu par les apprenants, plutôt que de simplement couvrir la matière au programme;
- 2) de proposer des « rétrospectives des anomalies », surtout lorsqu'on demande à l'apprenant de trouver des anomalies dans un texte;
- 3) de permettre à l'apprenant d'avoir une vision d'ensemble de la théorie abordée, de manière à lui permettre de repérer les anomalies;

- 4) de mettre à profit des métaphores, des modèles et des analogies afin de rendre les nouveaux concepts plus intelligibles et plausibles pour les apprenants. (Posner et *al.*, p. 225)

### 2.12.6 La lecture pour amener un changement conceptuel

Inspirée par les découvertes récentes sur le changement conceptuel et guidée par la possibilité d'exploiter la structure d'un texte pour y arriver, la chercheuse Roth (1985) s'est penchée sur les stratégies mises de l'avant par les lecteurs qui lisent un texte destiné à amener chez eux un changement conceptuel. Alors que les recherches menées sur les schémas d'apprentissage (Bartlett, 1932) dans les années 1970 et 1980 se sont principalement intéressées aux interactions entre les connaissances antérieures des lecteurs et la compréhension de texte, Roth (1985) s'est demandé comment, en retour, la structure d'un texte pouvait influencer les schémas d'apprentissage des lecteurs. Intriguée par l'influence du texte sur ces schémas, la chercheuse a fait lire à des élèves du premier cycle du secondaire trois textes d'environ 3 400 mots chacun portant sur la photosynthèse. Six élèves ont lu une version tirée d'un manuel scolaire<sup>36</sup>, six autres ont lu une autre version tirée d'un deuxième manuel scolaire<sup>37</sup> et enfin, sept élèves ont lu une version expérimentale destinée à amener un changement conceptuel. Un prétest et un posttest ont été administrés respectivement avant et après la lecture. Chaque texte a été divisé en trois parties, lues à raison d'une partie par jour. Après la lecture de chaque partie, les élèves étaient interviewés individuellement afin de pouvoir cerner les stratégies de lecture utilisées et l'évolution de leurs idées.

Selon Roth (1985), les élèves acquièrent leurs connaissances à partir de trois sources différentes, soit : le contenu disciplinaire présenté au sein du texte, leur expérience de la vie de tous les jours<sup>38</sup> (des connaissances intégrées spontanément par l'individu, mais non analysées, qui engendrent des conceptions alternatives), et enfin, l'expérience issue d'un apprentissage académique des connaissances (leurs connaissances antérieures sur le processus d'apprentissage à l'école, par exemple les stratégies utilisées pour mémoriser des faits et réussir aux examens).

---

<sup>36</sup> *Modern Science*

<sup>37</sup> *Concepts in science*

<sup>38</sup> *Real-world knowledge*

Roth (1985) a identifié six stratégies de compréhension. Dans la première stratégie, les lecteurs se basent sur leurs propres connaissances de la vie de tous les jours, ils identifient une idée qui leur est familière au sein du texte et l'interprètent en fonction de leurs connaissances antérieures en négligeant le contenu qui leur est présenté. Selon la deuxième, les lecteurs se basent sur la compréhension de mots isolés pour tenter de tirer la signification du texte. Roth (1985) note que ces élèves se bornent à chercher les mots difficiles et à copier les mots qui se trouvent autour. Dans la troisième stratégie, les lecteurs se basent sur des informations éparses du texte pour ajouter des notions aux apprentissages réalisés. Ces lecteurs perçoivent l'apprentissage scolaire comme la simple mémorisation d'une liste de faits. D'après la chercheuse, ces élèves ne hiérarchisent pas les notions introduites et ne les conceptualisent pas; ils traitent les faits triviaux et retiennent les concepts unificateurs sans pour autant essayer d'en dégager une compréhension d'ensemble. La quatrième stratégie conduit les lecteurs à séparer connaissances disciplinaires et connaissances antérieures de la vie de tous les jours, et à les considérer comme distinctes, mais équivalentes en tant que sources de connaissances. Contrairement aux élèves cités précédemment, ceux qui séparent les connaissances disciplinaires exposées de leurs connaissances antérieures de la vie de tous les jours ont trouvé l'explication du texte intelligible. En revanche, ils ont développé des schémas distincts pour répondre aux questions du texte et aux questions sur les « vraies » plantes. La chercheuse note que les élèves qui recourent à cette stratégie se contredisaient d'une réponse à l'autre, mais étaient néanmoins en mesure d'organiser et de hiérarchiser les idées présentées dans le texte. La cinquième stratégie est utilisée par les lecteurs qui se basent sur leurs connaissances antérieures pour donner du sens aux perspectives disciplinaires présentées. Pour eux, le texte doit valider leurs connaissances et se fondre dans leurs schémas. Lorsque les éléments présentés ne correspondent pas à leurs connaissances, ces élèves modifient certaines informations ou encore les ignorent. La chercheuse note que ces apprenants arrivent à intégrer certaines connaissances disciplinaires à leurs connaissances antérieures de la vie de tous les jours. Néanmoins, d'après Roth (1985), ce sont leurs connaissances antérieures qui influencent les apprentissages : « with prior knowledge taking the driver's seat in the process, learning was often quite different from what was intended by the authors of the text. » (p. 20). Enfin, avec la sixième stratégie, les lecteurs utilisent les connaissances du texte pour changer leurs idées de la vie de tous les jours. Pour Roth (1985), les élèves qui utilisent une stratégie de changement conceptuel adoptent une position réceptive

face aux connaissances véhiculées au sein du texte, et sont à même de changer leurs connaissances de la vie de tous les jours. Ils ne font pas que s'y intéresser pour répondre à des questions, mais remettent plutôt en cause leurs propres conceptions scientifiques. Ils reconnaissent l'incongruité de leurs conceptions alternatives au regard des connaissances exposées au sein du texte, et sont disposés à laisser tomber leurs idées en faveur de l'explication disciplinaire présentée (Roth, 1985). Nous présentons ici, en traduction libre, six caractéristiques des élèves recourant aux stratégies de changement conceptuel selon Roth (1985, p. 21).

Les élèves sont :

- 1) à même d'identifier les passages incompatibles avec leurs connaissances antérieures;
- 2) capables de reconnaître le concept intégrateur développé au sein du texte;
- 3) conscients du conflit entre les connaissances véhiculées au sein du texte et leurs conceptions alternatives, et ont la volonté d'abandonner celles-ci afin de solutionner ce conflit;
- 4) conscients que le texte les amène à changer leurs conceptions;
- 5) à même d'identifier les endroits où le texte entre en confusion avec leurs croyances;
- 6) capables d'utiliser le texte pour expliquer un phénomène de la vie de tous les jours.

D'après la chercheuse, le choix de stratégie de lecture s'est avéré un bon indicateur de l'apprentissage effectué par les élèves. Sur les quatre concepts scientifiques présentés au sein des textes, six des sept élèves qui ont choisi la stratégie de changement conceptuel (stratégie 6) ont retenu les quatre concepts, et le septième en a retenu trois, alors que ceux qui avaient misé sur les autres stratégies de lecture (1 à 5) n'ont pas retenu plus de deux concepts scientifiques (Roth, 1985). Il semble également que les caractéristiques du texte destiné à amener un changement conceptuel ont influencé le choix des stratégies de lecture des élèves.

D'après Roth (1985), les lecteurs forts comme les faibles ont de la difficulté à apprendre d'un texte en raison de leurs stratégies de lecture inefficaces. Dans cette recherche, les cinq premières stratégies n'ont pas permis aux lecteurs de percevoir l'incongruité entre les connaissances présentées dans le texte et leurs propres conceptions alternatives. Selon la chercheuse, il n'a pas



été possible d'observer un changement conceptuel chez ces lecteurs, puisque leurs stratégies de lecture ne leur permettaient pas d'intégrer les connaissances exposées dans le texte à leurs conceptions. En revanche, les élèves qui ont choisi la stratégie de changement conceptuel ont été à même de constater que leurs conceptions alternatives étaient en conflit avec les connaissances présentées dans le texte. Mais comment la structure de ce texte a-t-elle pu rendre ce processus possible? Roth (1985) résume l'organisation de ce type de texte : « It asked questions to make students aware of their misconceptions, it highlighted contrasts between student's misconceptions and scientific conceptions, and it explained why each of student's common misconceptions about food for plants were inaccurate. » (p. 34) Plus loin, Roth (1985), explique que les élèves qui ont lu cette version du texte se sont engagés dans un processus cognitif qui était rendu impossible avec les autres textes, puisqu'ils ont pu tisser des liens entre leurs conceptions et les connaissances du texte. Ayant ressenti une insatisfaction à l'égard de leurs conceptions alternatives et trouvé les explications sur la photosynthèse intelligibles et plausibles, les lecteurs ont été à même d'intégrer les nouveaux concepts présentés à leurs schémas d'apprentissage (Roth, 1985). Pour la chercheuse, la structure de ce texte a permis aux lecteurs de respecter les quatre critères du modèle de Posner et *al.* (1982).

### **2.12.7 Le changement conceptuel au moyen d'un texte : dix ans de recherches et de découvertes**

En 1993, Guzzetti, Snyder, Glass et Gamas publient une méta-analyse comparative des recherches expérimentales et quasi expérimentales menées par les didacticiens de la lecture et des sciences sur l'induction du changement conceptuel. Parmi les soixante-dix recherches recensées, plus d'une cinquantaine portent sur les différentes stratégies énumérées jusqu'ici, à savoir le texte de réfutation, le texte classique et l'activation des connaissances antérieures<sup>39</sup>. Nous n'avons pas considéré les autres stratégies<sup>40</sup> présentées dans cette publication, puisqu'elles ont fait l'objet de bien peu de travaux de recherche et qu'il s'agit, pour l'essentiel, de dispositifs didactiques davantage adaptés au contexte de la classe (discussions de groupes, leçons sous forme de questions-réponses, etc.). Au sein des recherches recensées, l'utilisation de différentes

---

<sup>39</sup> Avant une lecture.

<sup>40</sup> *Think Sheet, discussion strategies, other text-based activities et traditional instruction.*

variantes textuelles, notamment des textes informatifs, hybrides<sup>41</sup> et narratifs, fut retenue. D'ailleurs, les recherches de Gordon et Rennie (1987), Maria et MacGinitie (1987) et Maria et Johnson (1989), dont nous avons discuté dans la problématique, sont au nombre des travaux qui ont retenu l'attention des chercheurs. Bien qu'aujourd'hui les travaux sur le changement conceptuel intéressent des chercheurs d'un peu partout à travers le monde, cette méta-analyse a porté principalement sur des travaux américains, et ce, autant pour les recherches en didactique de la lecture (96 %) qu'en didactique des sciences (80 %). Aussi, cette recherche a présenté les travaux menés auprès de lecteurs de différents niveaux académiques, du primaire au niveau universitaire. Plus spécifiquement, les sujets du primaire, qui nous préoccupent principalement pour notre recherche, ont occupé environ 40 % des publications recensées (Guzzetti et *al.*, 1993).

Toujours selon Guzzetti et *al.* (1993), les recherches publiées en didactique de la lecture ont conclu que le texte de réfutation s'avère efficace pour amener un changement conceptuel, particulièrement chez les élèves du primaire. Les travaux en didactique de la lecture, qui ont fait l'objet de cette méta-analyse, ont révélé que l'activité d'activation des connaissances antérieures pouvait s'avérer efficace, dans certaines conditions, avec des étudiants universitaires (Guzzetti et *al.*, 1993). Bien que les travaux de Hynd et Alvermann (1986a, 1986b) aient montré qu'activer les conceptions alternatives de collégiens n'affectait en rien leurs apprentissages, Alvermann et Hague (1989) ont démontré plus tard que si l'incongruité entre des conceptions alternatives des collégiens était explicitée avant la sollicitation de ces conceptions, la compréhension était alors facilitée.

Comme nous l'avons évoqué en exposant la problématique, les chercheurs ont montré dans cette méta-analyse le pouvoir exceptionnel du texte de réfutation. Ainsi, dans ce contexte, les jeunes lecteurs du primaire ont laissé leurs conceptions alternatives erronées de côté, alors que la seule démonstration de l'activité d'activation des conceptions n'a pas affecté leurs préconceptions. Dans ce dernier cas, la présentation d'une incongruité entre les conceptions alternatives du lecteur et le savoir scientifique validé pouvant potentiellement engendrer de la confusion, il semble qu'il soit préférable pour cette catégorie d'apprenants de réfuter explicitement une

---

<sup>41</sup> Voir les nombreuses sous-catégories dont nous avons traité à la section 2.8.

conception alternative et de présenter la conception scientifique validée par la communauté scientifique.

Du côté des recherches menées par les didacticiens des sciences, les chercheurs notent que les travaux ont porté plus largement sur des interventions didactiques orchestrées par l'enseignant et visant à amener un changement conceptuel, et peu sur l'utilisation de textes à cette fin. Par exemple, le *Learning cycle* (Campbell, 1977) est au nombre des interventions qui ont retenu l'attention des chercheurs. Cette approche est basée sur le principe selon lequel les élèves apprennent davantage lorsqu'ils sont d'abord confrontés à une problématique concrète. Dans la première phase, on amène les élèves à explorer par eux-mêmes un concept avant de l'aborder de manière formelle. Ils sont donc appelés à construire leur savoir sur la base d'activités exploratoires dans lesquelles ils expérimentent. Puis, dans une deuxième phase, ils intègrent les différents concepts scientifiques avec l'aide de l'enseignant. Dans la dernière phase, les élèves peuvent réinvestir leur savoir en abordant un contexte différent. Bien qu'il puisse être difficile de mener des recoupements en raison des différences importantes entre les travaux de ces deux domaines de recherche, Guzzetti et *al.* (1993) notent qu'ils se sont davantage intéressés aux dispositifs mis en place par l'enseignant pour amener un changement conceptuel, plutôt que de se pencher sur l'apprenant lui-même.

#### **2.12.8 Le changement conceptuel par la réfutation**

Même si les travaux de Guzzetti et *al.* (1993) ont mis en évidence le pouvoir du texte de réfutation à amener un changement conceptuel chez les lecteurs, peu de scientifiques se sont investis dans des recherches visant à tirer profit de la structure d'un texte pour faire évoluer les conceptions des élèves au cours des décennies 1990 et 2000 (Sinatra et Broughton, 2011). Si les travaux ont été réalisés majoritairement auprès de lecteurs plus âgés, il n'en demeure pas moins que certaines recherches significatives ont été menées chez les élèves du primaire. Nous nous appuyerons sur ces recherches afin de démontrer le pouvoir du texte de réfutation pour amener un changement conceptuel chez un jeune lecteur. Ultimement, ceci nous guidera vers une éventuelle adaptation au contexte de la VS. Dans cette section, nous nous remémorerons

brèvement certaines caractéristiques du texte de réfutation évoquées dans la problématique de départ, afin de les mettre en lien avec les données récentes sur le changement conceptuel.

#### **2.12.8.1 Qu'entend-on au juste par réfutation?**

Legendre (2005) définit la réfutation comme une « position par rapport à une thèse qui aboutit en un rejet total ou partiel de celle-ci, ce qui peut aider à l'introduction de la nouvelle thèse ou contribuer, parmi d'autres procédés, à renforcer sa confirmation » (p. 1166). Or, adopter une telle position implique forcément de justifier en quoi la thèse ou le raisonnement qui a mené à son élaboration doit être rejeté. Bien plus qu'un texte informatif, le texte de réfutation propose un argumentaire qui vise non seulement à amener le lecteur à remettre en cause une conception, mais bien à la rejeter et à adopter celle qui est validée par la communauté des chercheurs. En effet, la structure du texte de réfutation identifie explicitement une conception alternative fréquente chez une catégorie d'apprenants, puis la réfute, pour ensuite présenter le concept scientifique validé. Maria et MacGinitie (1987) ont aussi démontré que l'on pouvait présenter la conception scientifique avant la conception alternative. Les élèves de cinquième et sixième années qui ont participé à la recherche de Maria et MacGinitie (1987) ont retenu plus d'informations qu'avec le texte classique et étaient à même de bien répondre à des questions. D'après Sinatra et Broughton (2011), « refutation texts are considered to be persuasive in nature because they present a compelling argument that is designed to shift the reader's view to accepted scientific viewpoint » (p. 383). Cet argument évoqué par les chercheurs ne signifie pas qu'il faille présenter la conception scientifique après avoir mobilisé la conception alternative du lecteur, comme c'est le cas dans l'activité d'activation des connaissances. On ne souhaite pas déstabiliser le lecteur et l'amener à faire un choix. Néanmoins, l'argument évoqué par Sinatra et Broughton (2011) pourrait-il être assimilé à ce sentiment éprouvé par le lecteur lorsqu'il lit une conception alternative, qu'il la reconnaît comme étant sienne et qu'il ressent soudainement le désir de découvrir en quoi celle-ci est erronée?

#### **2.12.8.2 Un texte à saveur narrative, informative ou hybride**

Comme nous l'avons évoqué précédemment, bien que le texte de réfutation narratif se montre efficace à amener un changement conceptuel auprès d'élèves du primaire et du début du

secondaire (Maria et Johnson, 1989), il l'est moins que le texte de réfutation informatif (Gordon et Rennie, 1987). Alvermann, Hynd et Qian (1995) arriveront, quelques années plus tard, à cette même conclusion avec des étudiants du collégial à qui on avait demandé de lire un texte informatif ou narratif sur le mouvement d'un projectile. Lors d'un posttest, ceux qui avaient lu le texte informatif ont mieux performé que les élèves qui avaient lu le texte narratif. Nous savons que le texte narratif ne jouit pas d'une même crédibilité que l'informatif chez les élèves du primaire (Gordon et Rennie, 1987), et que ceux du secondaire préfèrent l'informatif (Guzzetti et al., 1997). En ce sens, un sujet de cette étude a même affirmé avoir trouvé inutile de devoir décortiquer un récit pour découvrir un concept scientifique. D'une manière générale, le texte de réfutation narratif est une sous-catégorie peu utilisée et moins populaire que son pendant informatif (Guzzetti, 2000). Si les lecteurs du troisième cycle du primaire et ceux du secondaire préfèrent le texte de réfutation informatif, on peut toutefois se questionner sur les choix des apprentis lecteurs et des lecteurs du deuxième cycle du primaire. Aussi, cette préférence de l'informatif par rapport au narratif étant exprimée dans un contexte où les élèves doivent répondre à des questions ou participer à des entrevues, il serait intéressant de les questionner dans un contexte où la lecture n'a pas d'implication académique.

### **2.12.8.3 Un texte qui a la cote auprès des jeunes lecteurs**

Or, si certaines variantes textuelles ont une plus grande cote de popularité que d'autres, la structure proposée par le texte de réfutation semble faire consensus, tant chez les élèves du primaire (Mason et al., 2008) que chez ceux du secondaire (Guzzetti et al., 1997). Guzzetti et al., (1997) ont proposé des textes classiques et de réfutation à des élèves du cours de sciences physiques du secondaire et ont également mis en évidence le caractère attractif de cette structure de texte. En effet, lorsqu'on leur donnait le choix, les élèves retenaient d'emblée le texte de réfutation. Conscients de leurs conceptions alternatives, les élèves du secondaire répondent généralement qu'ils croient pouvoir apprendre plus aisément en connaissant d'entrée de jeu les fausses conceptions (Guzzetti et al., 1997). L'un d'eux, prénommé Sam, s'exprime ainsi :

« I'd like one [text] that says the wrong ideas as well because if they just told you the right ideas, you might go off on your own and might think up some other ideas that could be considered wrong. But as long as you know for sure what's

wrong, then you can always know for sure what's right » (Guzzetti et *al.*, 1997, p. 711)

Si reconstruire un concept en le confrontant à des erreurs fréquentes semble une avenue prometteuse du point de vue du lecteur, considérer les intérêts et les motivations du lecteur dans un contexte d'éducation non formel l'est tout autant. Nous savons que le texte de réfutation plaît à un jeune public, mais encore faut-il pouvoir nous appuyer sur cette variable pour amener un changement conceptuel. Dans sa version initiale, le modèle de Posner et *al.* (1982) ne tient pas compte de la motivation des apprenants et considère, essentiellement, le changement conceptuel comme une démarche cognitive et linéaire. Toutefois, nous verrons plus loin que la motivation pourrait s'avérer être un facteur déterminant pour amener un changement conceptuel. Mais d'abord, portons un regard sur l'activation des conceptions à la lecture d'un texte de réfutation.

#### **2.12.8.4 La coactivation des conceptions pendant la lecture**

Afin de mieux comprendre les interactions entre les conceptions alternatives des lecteurs et la structure du texte de réfutation, les résultats de différents travaux menés auprès de lecteurs de niveau postsecondaire seront exposés plus bas. Par la richesse des données qu'elles génèrent, ces recherches contribuent à éclairer nos connaissances sur le changement conceptuel qui s'opère lors de la lecture d'un texte de réfutation. Puisque ces résultats ont été obtenus auprès de lecteurs plus âgés, nous demeurerons toutefois prudent quant au transfert possible de telles conclusions chez les jeunes lecteurs.

Soucieux de mieux comprendre les interactions complexes qui s'opèrent dans les conceptions des lecteurs au fur et à mesure qu'ils lisent, les chercheurs Kendeou et van den Broek (2007) ont mené deux expériences similaires dans lesquelles des participants d'un cours de physique de niveau universitaire devaient lire deux versions comparables d'un texte, l'une classique et l'autre de réfutation, exposant les 1<sup>re</sup> et 3<sup>e</sup> lois de Newton. Dans la première expérience, les participants devaient penser à voix haute au fur et à mesure qu'ils lisaient, selon un processus appelé *online processes*,<sup>42</sup> ce qui a permis d'étudier les processus cognitifs qui se mettent en

---

<sup>42</sup> Processus par lesquels les lecteurs peuvent notamment élaborer.

branle chez l'apprenant en cours de lecture. Par la suite, ils tentaient de se remémorer le texte, par un processus appelé *offline processes*<sup>43</sup>. Dans la deuxième expérience, ils devaient lire une phrase à la fois pendant qu'on mesurait le temps nécessaire à cette fin. Pour ce faire, chaque texte était divisé en phrases détachées et affichées sur un écran d'ordinateur de manière à ce que les étudiants puissent appuyer sur une touche pour pouvoir lire la phrase suivante. Cette recherche a démontré que les lecteurs qui présentent des conceptions alternatives erronées et ceux qui ont des conceptions justes n'ont pas évolué de la même manière au contact du texte de réfutation. En effet, les lecteurs aux conceptions alternatives erronées ont davantage opté pour des stratégies de changement conceptuel que les autres lecteurs. Les chercheurs ont, effectivement, été à même de suivre pas à pas le cheminement de ces lecteurs qui éprouvaient un conflit cognitif et de comprendre comment ils arrivaient à traiter les informations. De plus, en comparant les résultats de la première et de la deuxième expérience, Kendeou et van den Broek (2007) ont pu démontrer que les lecteurs qui avaient des conceptions erronées prenaient plus de temps à lire les phrases du texte de réfutation décrivant les lois de Newton, que les lecteurs sans conceptions erronées. Au contact du texte classique, les deux catégories de lecteurs ont pris sensiblement le même temps et ont misé sur les mêmes stratégies.

Le fait que les lecteurs aux conceptions erronées aient pris plus de temps à traiter les données qui contredisaient leurs idées et qu'ils aient recouru davantage aux stratégies de changement conceptuel que les autres lecteurs, a amené Kendeou et van den Broek (2007) à conclure que les lecteurs qui parcourent un texte de réfutation adaptent leurs processus de lecture lorsque le texte vient contredire leurs idées. Avec le texte de réfutation, ils sont à même de repérer un conflit entre leurs propres idées et un concept présenté.

« [...] during online reading of refutation text, readers coactivate and integrate prior knowledge and text information, which, in turn allows them to detect the inconsistency between their knowledge and the text. [...] refutation texts help readers engage in conceptual change learning by eliciting coactivation, thereby facilitating inconsistency detection and the establishment of coherence. »  
(Kendeou et van den Broek, 2007, p. 1575)

---

<sup>43</sup> Processus qui permettent d'avoir accès aux représentations mentales du lecteur après la lecture.

C'est bien connu, la présence de conceptions alternatives met un frein aux apprentissages, si l'on compare ces lecteurs avec ceux qui n'ont pas de telles conceptions. Cette recherche vient apporter un éclairage supplémentaire en réaffirmant le rôle central du texte de réfutation pour amener les lecteurs à coactiver leurs conceptions et les idées du texte, ce qui, ultimement, débouche sur un apprentissage. Néanmoins, reconnaissant l'importance d'autres facteurs liés au changement conceptuel, les chercheurs ont toutefois observé que, peu importe le texte lu, les élèves qui présentaient des conceptions alternatives ont retenu moins d'informations que ceux qui n'en avaient pas au départ. Ainsi, Kendeou et van den Broek (2007) rappellent que le processus de changement conceptuel au sein d'un texte de réfutation ne garantit pas que les lecteurs vont rejeter leurs conceptions de départ. Ils évoquent du même souffle que cette révision des concepts est tributaire de nombreux facteurs, notamment ceux qui ont été identifiés dans le modèle de changement conceptuel de Posner et *al.*, (1982).<sup>44</sup>

Bien que les sujets de cette recherche soient davantage aptes à identifier l'incongruité entre une idée véhiculée au sein du texte et leurs conceptions alternatives que les lecteurs du primaire, on peut estimer que cette recherche permet d'apporter certaines nuances sur la révision de ces conceptions. De son côté, le texte classique, qui ne se réfère pas aux conceptions alternatives, est moins susceptible de coactiver les idées du texte et les conceptions alternatives, puisqu'il n'y fait pas référence.

D'autres chercheurs se sont intéressés au temps nécessaire pour amener un changement conceptuel au contact d'un texte de réfutation. Dans leur recherche auprès d'étudiants de niveau collégial, les chercheurs Broughton, Sinatra et Reynolds (2010) ont utilisé deux versions comparables d'un texte sur l'alternance des saisons, soit un texte de réfutation (400 mots) et un classique (374 mots). Comme ces chercheurs souhaitaient valider les conclusions de recherches précédentes, dont celle de Kendeou et van den Broek (2007), ils ont recouru à la même méthode de lecture : les textes étaient affichés sur un écran d'ordinateur, et les étudiants pouvaient les lire et avancer à leur rythme (Broughton et *al.*, 2010). D'après Broughton et *al.* (2010), les deux textes ont permis aux lecteurs d'apprendre un certain nombre de concepts, mais les étudiants

---

<sup>44</sup> Voir la section 2.12.5.



qui ont lu le texte de réfutation ont présenté moins de conceptions alternatives erronées au posttest qui suivait la lecture. En revanche, plusieurs de ces sujets ont retrouvé leurs conceptions alternatives d'origine lors du posttest administré quatorze jours plus tard. Contrairement aux nombreuses recherches citées précédemment, celle-ci ne démontre pas la pertinence de recourir au texte de réfutation pour amener un changement conceptuel, puisque les deux groupes l'ont réalisé. Les chercheurs formulent l'hypothèse que les deux textes ne présentaient pas de différences significatives. En effet, en les comparant, nous constatons que seul le premier paragraphe diffère. C'est dans cette portion du texte que les auteurs présentent la conception alternative fréquente,<sup>45</sup> pour ensuite la réfuter. Les auteurs auraient peut-être pu revenir sur les incongruités entre la conception scientifique et la conception alternative à plus d'un endroit dans le texte de réfutation. Nous verrons dans la section suivante comment différents textes de réfutation, qui se sont révélés efficaces pour amener un changement conceptuel, ont choisi de présenter les différents éléments de leur contenu.

Également, Broughton *et al.*, (2010) ont démontré que les lecteurs ont lu le texte de réfutation en moins de temps que ceux qui ont lu le texte classique. Ils ont expliqué ce résultat par un plus grand intérêt que ces lecteurs auraient eu envers le texte de réfutation et qui les aurait incités à le lire plus rapidement. C'est du moins ce qui est ressorti des entrevues menées auprès des lecteurs. D'ailleurs, pour appuyer leurs dires, ils évoquent les travaux de Lehman, Schraw, McCrudden et Hartley (2007) selon lesquels un lecteur intéressé a un débit de lecture plus élevé. On peut se questionner à savoir s'il ne s'agirait d'une piste de solution prometteuse pour mieux comprendre le processus de changement conceptuel par la lecture d'un texte de réfutation. D'autres facteurs pourraient être à considérer, notamment l'intérêt ou la motivation du lecteur dans la promotion d'un changement conceptuel.

À l'instar de Broughton *et al.*, (2010), nous reconnaissons qu'une méthodologie qui vise à mesurer le temps de lecture de chaque phrase présente des limites importantes. Notamment, il est impossible pour le lecteur de relire les phrases précédentes, ce qui ne lui permet pas de revenir sur certains éléments qu'il n'aurait pas bien intégrés, par exemple. On pourrait croire

---

<sup>45</sup> La distance entre le Soleil et la Terre tout au long d'une année expliquerait l'alternance des saisons.

que de lire un texte qui bouleverse ses conceptions nécessite certainement quelques allers-retours de la part du lecteur afin de mieux réfléchir aux éléments exposés qui contredisent sa pensée. En ce sens, nous partageons l'opinion des chercheurs et croyons également que d'autres recherches seraient nécessaires afin de statuer sur cet intérêt du lecteur envers le texte de réfutation.

### **2.12.8.5 Aux premières loges pour suivre un changement conceptuel chez un jeune lecteur**

Une approche basée sur les mouvements des yeux du lecteur<sup>46</sup> (Hyönä, 1998) permet de suivre le processus de lecture, et même d'étudier les différents moyens que celui-ci développe pour résoudre d'éventuels conflits cognitifs. D'après Rayner (1998), il est possible d'évaluer si un lecteur rencontre des difficultés de compréhension simplement en considérant le temps qui s'écoule entre les mouvements de transition de ses yeux d'un endroit à l'autre dans le texte<sup>47</sup>, et le niveau d'attention associé aux moments de pause<sup>48</sup>. Mikkilä-Erdmann, Penttinen, Anto et Olkinuora (2008) ont retenu cette méthodologie de recherche afin d'étudier le changement conceptuel chez des lecteurs de sixième année du primaire. Contrairement à la méthode précédente, qui ne mesure que le temps écoulé pour lire chaque phrase, cette dernière permet de considérer les multiples allers-retours du lecteur dans le texte, et donne un indice du niveau d'attention accordée à chaque élément du texte. Par exemple, selon ces chercheurs, il existe deux façons de considérer un retour en arrière dans un texte.<sup>49</sup> D'abord, on pourrait penser qu'un lecteur revient sur un passage précédent parce que celui-ci lui a causé un conflit cognitif et qu'il souhaite le clarifier,<sup>50</sup> ou encore qu'il lit un passage dans le texte qui lui fait penser à un passage lu précédemment et qui pourrait lui apporter davantage de précisions<sup>51</sup> (Mikkilä-Erdmann et al., 2008). En se penchant sur les moments de pause associés à ces retours en arrière, et plus spécifiquement sur le temps accordé à chacun, les chercheurs arrivent à déduire les difficultés rencontrées par les lecteurs. S'appuyant sur la théorie des représentations mentales de Van Dijk et Kintsch (1983), Mikkilä-Erdmann et ses collaborateurs (2008) reconnaissent qu'un problème

---

<sup>46</sup> *Eye Tracking Methodology*

<sup>47</sup> *Saccades*

<sup>48</sup> *Fixations*

<sup>49</sup> *Regression*

<sup>50</sup> *Look back*

<sup>51</sup> *Look from*

peut se produire tant au niveau du texte de base que du modèle de situation lorsque les conceptions scientifiques présentées entrent en conflit avec les connaissances antérieures du lecteur. En ce sens, ces chercheurs considèrent que pour mieux comprendre le texte de base, le lecteur doit se fier à sa mémoire, ou encore revisiter un passage précédent (*look from*) pour ainsi mettre les idées en lien. Les chercheurs associent un retour en arrière pour fin de clarification à l'édification d'un modèle de situation, puisque confronté à une donnée qui bouleverse ses conceptions, le lecteur doit revenir sur un passage antérieur (*look back*) afin de solutionner le conflit cognitif.

Dans leur recherche, Mikkilä-Erdmann et *al.* (2008) ont divisé aléatoirement un groupe de trente élèves de sixième année à qui ils ont demandé de lire, soit un texte de réfutation portant sur la photosynthèse, soit un texte classique sur le même sujet. Un même questionnaire fut utilisé en guise de prétest et de posttest afin d'évaluer le changement conceptuel. En mesurant le temps alloué aux retours en arrière et aux temps de pause, les chercheurs espéraient découvrir en quoi le processus de lecture diffère dans ces deux variantes textuelles, et ainsi rendre le processus de changement conceptuel « visible » (Mikkilä-Erdmann et *al.*, 2008, p.72).

Contrairement aux résultats de Broughton et *al.*, (2010) récoltés auprès de collégiens, les jeunes lecteurs qui ont connu un changement conceptuel ont pris légèrement plus de temps à lire le texte que les autres. Également, d'après Mikkilä-Erdmann et ses collaborateurs (2008), cette recherche démontre que les jeunes lecteurs qui ont vécu un changement conceptuel ont passé beaucoup plus de temps à revisiter un passage antérieur que les lecteurs qui n'ont pas vécu un tel changement. Cette stratégie de lecture, qui vise à revenir en arrière pour mieux comprendre le texte de base, apparaît alors comme l'indicateur de l'existence d'un conflit cognitif chez un jeune lecteur (Broughton et *al.*, 2010). On comprend donc qu'un jeune lecteur qui réalise que sa conception entre en contradiction avec celle du texte ne reste pas passif face à ce déséquilibre. Mieux, on pourrait élaborer qu'il retourne sur ses pas afin de valider ce qu'il garde en mémoire, ou encore pour vérifier si la contradiction qu'il découvre se révèle exacte. Dans un cas comme dans l'autre, cette conclusion de recherche est intéressante, car elle permet de considérer l'intérêt du lecteur à dégager un consensus entre les idées véhiculées au sein du texte et ses propres conceptions.

Pour le vulgarisateur scientifique, ce résultat de recherche s'avère également pertinent. En effet, si la structure du texte de réfutation est bien définie,<sup>52</sup> il demeure qu'elle ne laisse pas beaucoup de latitude au concepteur pour organiser son texte, si cette structure est toujours reprise telle quelle. En revanche, comme le lecteur ne fait pas une lecture à sens unique, nous croyons qu'il est possible de garder les trois composantes du texte de réfutation, mais de les organiser de différentes façons selon les textes. Ainsi, le titre d'un texte pourrait réfuter une conception alternative afin de confronter le lecteur et ainsi piquer sa curiosité. Par exemple : *Le plus grand désert du monde n'est pas chaud*<sup>53</sup>. Ou encore : *Les bourgeons apparaissent : c'est enfin l'automne!*<sup>54</sup> Aussi, le vulgarisateur pourrait amener le lecteur à découvrir la contradiction entre ses propres idées. Par exemple, on trouverait au sein du texte : *Tu crois que les oiseaux migrateurs déploient des efforts impressionnants pour aller se nourrir dans les régions au Sud, mais pourquoi alors reviennent-ils ici au printemps?*<sup>55</sup> Ou alors, à la manière d'un quiz, l'auteur présenterait différentes conceptions alternatives et scientifiques sur un même phénomène et demander au lecteur de choisir celle qu'il croit être la bonne. Le lecteur pourrait alors aller voir le paragraphe de son choix et lire la conception qui y est présentée. S'il s'agit d'une conception alternative, celle-ci serait alors réfutée, puis le lecteur serait invité à aller lire sur une autre conception.

#### **2.12.8.6 La place du texte de réfutation au sein de la littérature de vulgarisation scientifique**

Orchestrer de telles conditions nécessite de la part de l'auteur une fine connaissance de son lectorat. D'ailleurs, selon Hynd (2003), le défi appartient à l'auteur, puisqu'il doit se mettre dans l'esprit du lecteur : « [...] the difficult part in writing the scientific kind of refutation is to anticipate the thinking of readers in order to refute it, much the same as it might be when writing

---

<sup>52</sup> Elle comprend la présentation de la conception alternative, de la réfutation et de la conception scientifique (dans l'ordre souhaité).

<sup>53</sup> Et pour cause, il s'agit de l'Antarctique.

<sup>54</sup> Bien qu'il s'ouvre au printemps, le bourgeon est un organe végétal qui apparaît dès l'automne et protège la future croissance en période de dormance hivernale.

<sup>55</sup> En hiver, faute de nourriture, les migrateurs nous quittent pour des contrées tropicales. Toutefois, il y a davantage de compétition pour la nourriture dans ces régions. Lorsque le printemps revient dans les régions tempérées, la nature y est de nouveau généreuse. Il y a moins de concurrence entre animaux et les prédateurs y sont moins nombreux.

a persuasive essay » (p. 304). Or, comme nous souhaitons élaborer un modèle didactique à l'intention de vulgarisateurs scientifiques, il est pertinent de s'interroger sur l'importance qu'ils accordent aux idées véhiculées par leurs lecteurs. Nul besoin d'être un grand communicateur pour savoir qu'il faut adapter son discours en fonction du public à qui l'on s'adresse. Ceci est vrai pour le parent, pour l'enseignant, pour le politicien, pour le journaliste, pour le vendeur ou pour le conférencier. Pour le journaliste scientifique et rédacteur en chef de *l'Agence Science-Press*, Pascal Lapointe, tout contenu scientifique peut être vulgarisé, mais le messenger doit adapter le niveau de vulgarisation selon le public visé et savoir « se glisser dans la tête du lecteur » (Lapointe, 2008, p. 39). Or, le texte de réfutation semble tout indiqué pour se conformer à cette dernière exigence, puisqu'il se fonde sur les idées de départ du lecteur. Comme nous l'avons évoqué plus haut, il se démarque toutefois du texte informatif qu'on trouve traditionnellement dans les publications de VS par sa forme argumentative. Ainsi, le texte de réfutation entend convaincre un lecteur d'adopter une idée nouvelle en le déstabilisant et en le poussant à remettre en question ses idées. De son côté, on peut se demander si le texte de vulgarisation actuel souhaite à ce point convaincre le lecteur. Pour Pascal Lapointe (2008), le vulgarisateur scientifique doit non seulement tenir compte du public et de ses préjugés, mais il doit aussi le divertir, présenter le savoir scientifique dans ses nuances, humaniser la science, etc. Ici, à l'instar du texte de réfutation, Lapointe (2008) reconnaît l'importance de partir des connaissances des lecteurs (s'adressant à des aspirants-vulgarisateurs) :

« Même un public qui n'a jamais étudié en science possède des connaissances préalables sur beaucoup de sujets, dont certaines sont fausses, ce qui n'empêche pas qu'il faille en tenir compte. Le snobisme n'a pas sa place ici : que cela vous plaise ou non, les connaissances erronées sur la transmission du sida, les extraterrestres ou l'Atlantide doivent être intégrées à votre démarche de recherche, de communication et d'écriture, parce qu'il vous faudra expliquer en quoi elles sont erronées. » (Lapointe, 2008, p. 39-40)

Ainsi, les connaissances antérieures des lecteurs peuvent fournir un terreau fertile pour aborder un savoir et, en ce sens, un vulgarisateur devrait les mettre à profit. Mais la réelle question n'est-elle pas la suivante : un texte de vulgarisation doit-il à tout prix faire évoluer les conceptions scientifiques? Reconnaisant que certains vulgarisateurs, notamment ceux qui œuvrent dans les musées ou auprès des jeunes, comme ceux du mouvement des *Débrouillards*, sont définis par

l'expression « enseignement non formel », Lapointe (2008) souligne que l'enseignant, au contraire du vulgarisateur, a un corpus bien défini à transmettre, alors que le vulgarisateur aborde seulement un aspect du corpus qui retient son attention. Or, bien qu'il n'aborde qu'une partie de ce corpus scientifique, le vulgarisateur expose néanmoins des savoirs aux lecteurs, qui ultimement pourront les convaincre de l'intérêt de s'impliquer pour la défense des écosystèmes fragiles, par exemple. D'ailleurs, selon Armbruster (1993), la littérature jeunesse, qui représente une part importante de cette VS destinée aux jeunes lecteurs, propose une mine de ressources pour aborder les conceptions scientifiques. Qui plus est, Maria (1997), qui a utilisé cette littérature scientifique pour amener un changement conceptuel chez son petit-fils<sup>56</sup>, a identifié des textes de réfutation au sein de certains ouvrages, mais ceux-ci seraient peu répandus dans la littérature jeunesse disponible sur le marché (Tippett, 2009). À la section 2.13, nous nous proposons donc d'analyser trois textes de réfutation, afin de cerner quels concepts didactiques ont été exploités par leurs auteurs didacticiens. Ces concepts pourront éventuellement être mis à profit dans notre modèle didactique de VS destiné à amener un changement conceptuel chez les jeunes lecteurs.

### **2.13 Des concepts didactiques au cœur des textes de réfutation**

Le texte de réfutation étant un dispositif didactique élaboré dans l'esprit d'amener un apprenant à réaliser un apprentissage, nous tenterons de cerner précisément quels concepts didactiques sont impliqués dans l'élaboration d'un tel outil. Pour ce faire, nous nous proposons ici d'étudier différents textes de réfutation destinés à des lecteurs de troisième cycle du primaire. Nous avons retenu le texte de Mason et *al.* (2008) portant sur la lumière, celui de Mikkilä-Erdmann (2001) sur la photosynthèse, et enfin celui de Diakidoy et *al.* (2003) sur l'énergie. Nous avons sélectionné ces textes principalement parce qu'ils étaient destinés à des jeunes lecteurs du primaire, qu'ils introduisaient différents concepts, qu'ils se présentaient en différentes longueurs et qu'ils existaient également dans une version classique. Les textes des trois recherches se retrouvent à l'annexe 1.

---

<sup>56</sup> Entre l'âge de 6 et 8 ans

### 2.13.1 La structure du texte de réfutation

Au tableau II, nous présentons le nombre de mots des textes de réfutation et classique qui ont été utilisés au sein de ces trois recherches. Dans chaque cas, le texte de réfutation s'avère significativement plus long que le classique. Ainsi, le texte de réfutation de Mikkilä-Erdmann (2001) est 25,7 % plus long que son pendant classique, celui de Diakidoy et *al.*, (2003) est 49,8 % plus long et enfin, celui de Mason et *al.* (2008) est 41,0 % plus long que le texte classique. Mais comment expliquer une telle différence?

	<b>Mikkilä-Erdmann (2001)</b>	<b>Diakidoy et al. (2003)</b>	<b>Mason et al. (2008)</b>
<b>Nombre de mots du texte classique</b>	447 mots	522 mots	79 mots
<b>Nombre de mots du texte de réfutation</b>	602 mots	1039 mots	134 mots
<b>Pourcentage de plus occupé par le texte de réfutation</b>	25,7 %	49,8 %	41,0 %

Tableau II : Comparaison de longueurs des textes classiques et de réfutation publiés au sein de recherches menées auprès de lecteurs du troisième cycle du primaire

Les textes de réfutation de Mason et *al.* (2008) et de Diakidoy et *al.* (2003) présentent les trois caractéristiques typiques d'un texte de réfutation (Guzzetti, 2000) : ils introduisent la conception alternative, la réfutent explicitement et présentent l'explication scientifiquement reconnue. Par exemple, dans son texte de réfutation, Mason et *al.* (2008) identifient clairement la conception des apprenants sur la diffusion de la lumière : « Some children, however, believe that light diffuses into the environment around the light source only up to a certain point. They believe this because they think that light gets used up as it moves further from the source » (p. 309). Puis, on réfute cette conception : « If you also think in this way, your conception is not correct » (Mason et *al.*, 2008, p. 309). Par la suite, on présente l'explication scientifique : « Light moves away from its source along infinite straight paths that are called rays (...) » (Mason et *al.*, 2008, p. 309). Parallèlement, dans son texte dit de changement conceptuel, Mikkilä-Erdmann (2001) introduit également les conceptions alternatives, mais sans souligner qu'il s'agit de représentations mentales d'apprenants : « It is important to understand that a plant does not take

the ready-made food through its roots from the soil. » (Mason et *al.*, 2008, p. 255). Dans cette phrase, l’auteure se réfère implicitement à la conception alternative selon laquelle les plantes tirent leur nourriture directement du sol. De son côté, le texte classique propose une organisation des éléments de contenu qui ne semble pas accorder autant d’importance aux conceptions des lecteurs; nous verrons que cela influence la longueur du texte.

### 2.13.2 La place des conceptions alternatives au sein du texte de réfutation

Pour bien illustrer la différence entre un texte classique et de réfutation, de même que ce qu’exige la logique de formulation qui met à l’avant-scène les conceptions des apprenants, nous avons élaboré des cartes conceptuelles de ces deux types de texte. Nous présentons à la figure 3 une carte conceptuelle du texte classique et à la figure 4, une carte conceptuelle du texte de réfutation de la recherche de Mason et *al.* (2008). Les éléments qui apparaissent en italique sont communs aux deux textes. Aussi, la flèche pleine indique les chemins empruntés par les auteurs pour expliquer la diffusion de la lumière, alors que la flèche en pointillée présente l’ordre logique dans lequel les concepts sont abordés au sein des deux textes. Or, pour appuyer l’explication selon laquelle la lumière émane d’une source et se diffuse dans un nombre infini de faisceaux, les auteurs du texte classique présentent les différentes sources primaires et secondaires de la lumière.

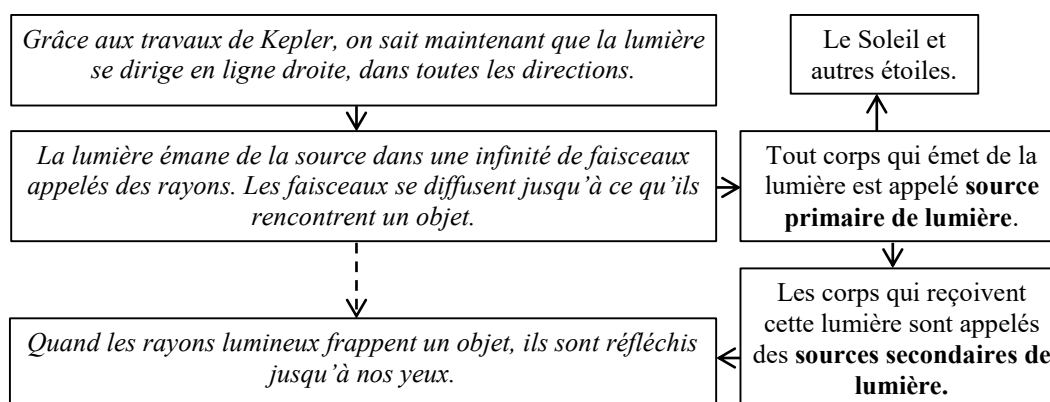


Figure 3 : Carte conceptuelle du texte classique (Mason et *al.*, 2008)



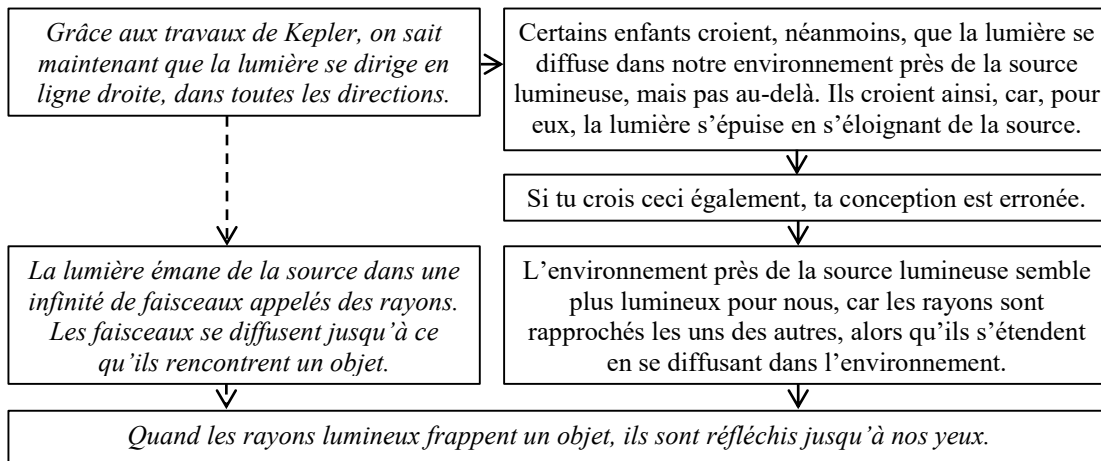


Figure 4 : Carte conceptuelle du texte de réfutation (Mason et al., 2008)

Dans le texte de réfutation, les auteurs ont plutôt choisi de solliciter d'abord les conceptions des lecteurs au regard de l'intensité de la lumière près de la source. En effet, plusieurs jeunes lecteurs croient que cette intensité diminue au fur et à mesure que les faisceaux s'éloignent de la source. Après avoir réfuté cette conception, les auteurs en expliquent l'origine. Près de la source lumineuse, les rayons semblent plus intenses, car ils sont plus rapprochés les uns des autres. Les différentes sources lumineuses ne sont pas données en exemple dans le texte de réfutation, les auteurs ayant plutôt misé sur une meilleure compréhension du phénomène de diffusion des faisceaux et de leur intensité pour amener le lecteur à comprendre comment la lumière est réfléchi jusqu'à nos yeux. Bien qu'il eût fallu que les auteurs abordent les éléments de contenu pour pouvoir mener une comparaison en tous points, ces deux textes permettent néanmoins d'illustrer les différents modèles empruntés. Ainsi, alors que le texte classique semble d'abord être guidé par une logique de contenu, le texte de réfutation est davantage guidé par les idées du lecteur. Dans le texte classique, on rappelle les travaux de Kepler qui nous ont montré que la lumière se dirige en ligne droite dans toutes les directions. On suit le trajet de la lumière de la source à nos yeux, en citant au passage des exemples de sources de lumière. Cette façon d'organiser les concepts entre eux ne semble pas ajustée au niveau des apprenants auquel le texte est dédié; il aurait très bien pu être exposé ainsi à des lecteurs de tous âges confondus. Le texte de réfutation présente les éléments dans un ordre similaire, mais accorde une grande importance aux conceptions alternatives des lecteurs visés, au fait de réfuter leurs idées, et même

à la nécessité d'expliquer l'origine de cette conception erronée. À l'intérieur de ce texte de réfutation, il y a 80 mots sur les 134, soit 59,7 % des mots du texte, qui visent à rejoindre les conceptions des jeunes lecteurs.

Dans sa recherche, Mikkilä-Erdmann (2001) a utilisé un texte classique sur la photosynthèse tiré d'un manuel scolaire. Un texte de réfutation a été élaboré à partir du texte classique et comprenait des éléments communs avec celui-ci. Les figures 5 et 6 montrent deux trames conceptuelles construites à partir du texte classique et de réfutation. Nous présenterons les concepts en respectant l'ordre proposé dans le texte classique (A.1 à A.4) et de changement conceptuel (de B.1 à B.5).

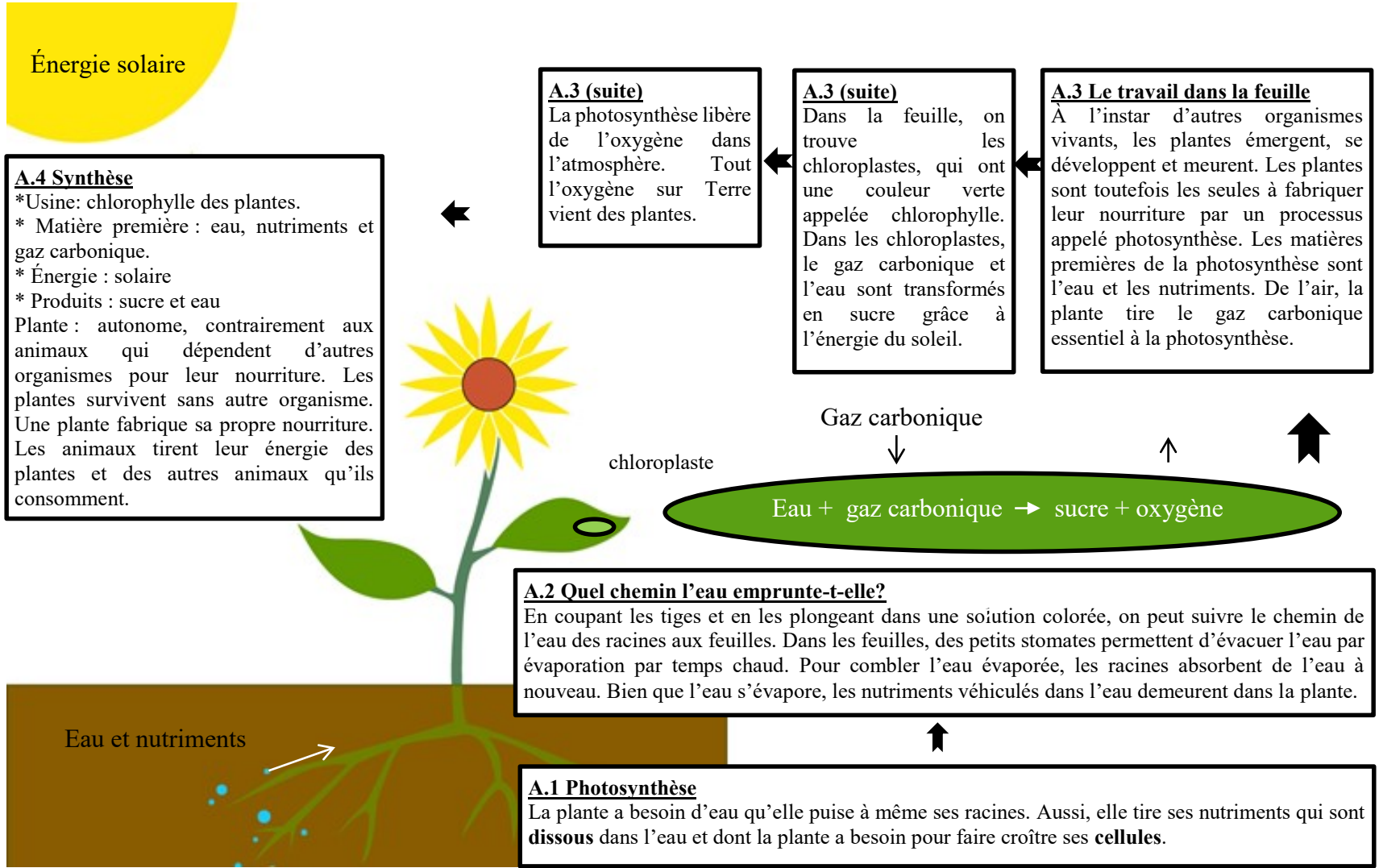


Figure 5 : Trames conceptuelles du texte classique (Mikkilä-Erdmann, 2001)

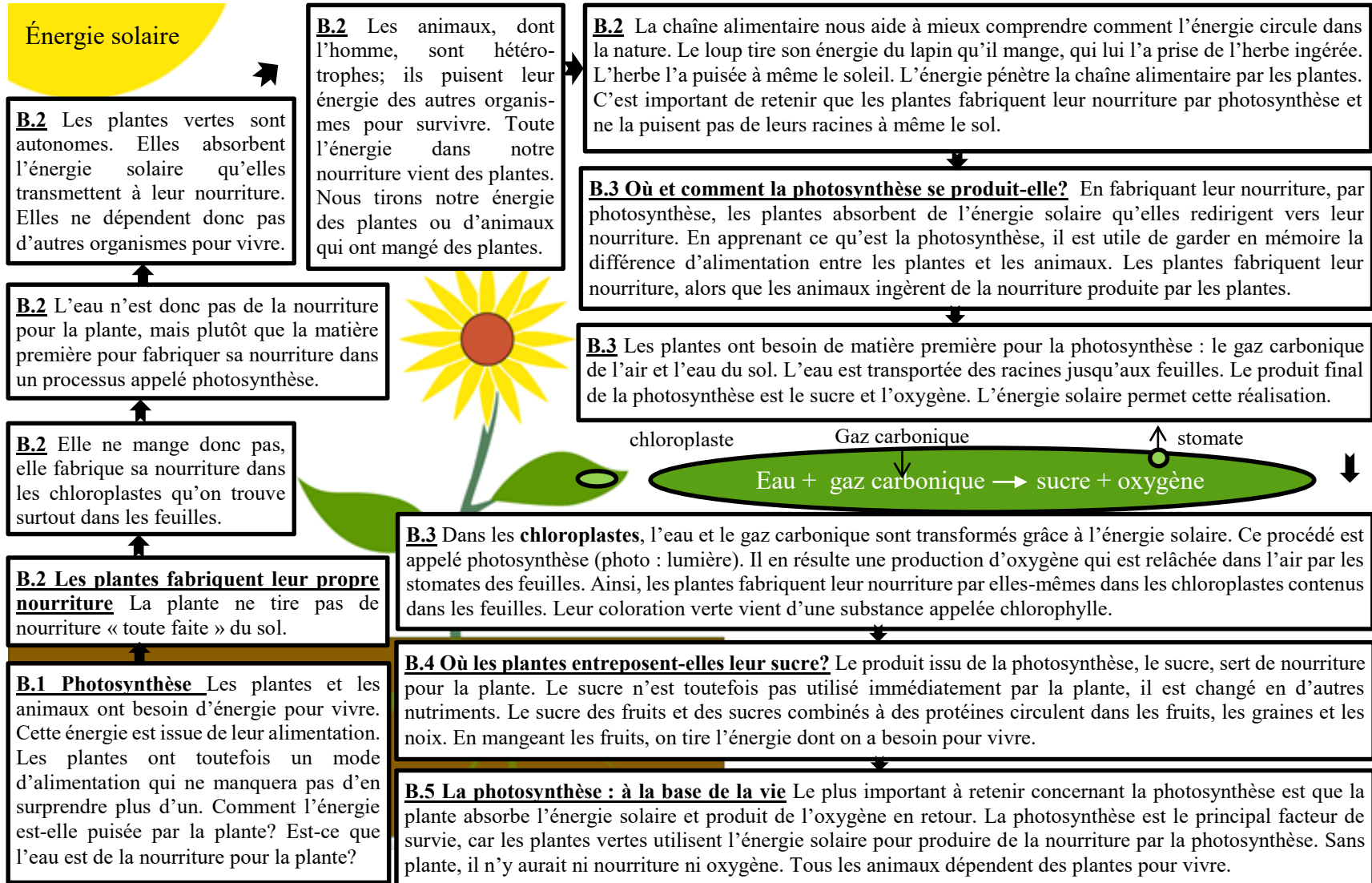


Figure 6 : Trames conceptuelles du texte de changement conceptuel (Mikkilä-Erdmann, 2001)

Dans le texte de changement conceptuel, on souligne d'entrée de jeu les besoins énergétiques des différents organismes vivants, et on pose des questions intéressantes : comment l'énergie est-elle puisée par la plante ? Est-ce que l'eau est de la nourriture pour la plante? D'abord, on rejette explicitement l'idée selon laquelle la plante tire sa nourriture du sol. Puis, on identifie le processus de fabrication unique aux plantes (la photosynthèse) et on aborde le concept de chaîne alimentaire en insistant sur l'interdépendance des espèces dans la transmission de cette énergie. Dans la version classique, bien qu'on mentionne vers la moitié du texte que les plantes fabriquent leur propre nourriture, l'organisation générale du texte semble suggérer le contraire. En effet, en proposant de suivre pas à pas le chemin emprunté par l'eau des racines aux feuilles, en invitant le lecteur à plonger une plante dans de l'eau colorée pour observer le changement de couleur et en insistant sur le fait que l'eau s'évapore par les stomates, alors que les nutriments restent emprisonnés dans la plante, on peut se demander si le texte classique n'encourage pas le jeune lecteur à croire que l'eau et les nutriments servent de nourriture à la plante.

Aussi, dans le texte de changement conceptuel, la fabrication d'énergie par les plantes, de même que le transfert d'énergie des plantes aux animaux occupent une place déterminante. Dans le texte classique, on ne se réfère au concept d'énergie que pour présenter brièvement la source d'énergie sur Terre, c'est-à-dire le Soleil. De plus, le tableau synthèse (A.4) du texte classique présente des éléments qui n'ont pas été introduits dans le corps du texte et qui sont sans véritable lien avec la photosynthèse. Par exemple, on utilise l'analogie de l'usine pour décrire le rôle de la chlorophylle dans les feuilles, on souligne que les plantes, contrairement aux animaux, ne dépendent pas d'autres organismes pour survivre et que ces mêmes animaux tirent leur énergie des plantes et autres animaux qu'ils consomment. Ces informations incomplètes et disjointes n'amèneront pas l'apprenant à intégrer le processus de la photosynthèse. À l'inverse, l'exemple de la chaîne alimentaire présentée en renfort pour illustrer la circulation de l'énergie dans la nature dans le texte de changement conceptuel permet au jeune lecteur une meilleure appropriation du concept d'autotrophie des plantes.

Comme nous l'avons évoqué, l'absorption et la transmission d'énergie chez les plantes et les animaux servent de trame de fond pour introduire la photosynthèse dans le texte de changement conceptuel. D'ailleurs, avant d'aborder plus spécifiquement le processus lui-même, l'auteure

souligne à nouveau cette nuance importante entre les plantes et les animaux dans la production d'énergie : « When you are learning about photosynthesis, it is useful to think of the difference which exists between plants and animals concerning how they get their food. Plants make their food by themselves, but animals eat food made by plants. » (Mikkilä-Erdmann, 2001, p. 256). Si les deux versions proposent une description similaire du processus de la photosynthèse, le texte de changement conceptuel est le seul à décrire l'utilité du sucre fabriqué et son lieu d'entreposage, aidant du même coup l'apprenant à saisir comment cette énergie est transmise au consommateur.

« The end product of photosynthesis is sugar which is plant's food. A plant does not use all the sugar immediately but changes it to other nutrients which are easier to store. So fruit sugar and sugar combined with proteins circulates to the fruits, seeds and nuts. Then we eat that food we get the energy we need to live. » (Mikkilä-Erdmann, 2001, p. 256)

Alors que les deux textes recourent à une mise en page qui facilite le repérage des informations en utilisant notamment de courtes sections identifiées au moyen de titres révélateurs ou de questions d'intérêt, le texte classique est le seul à proposer une analogie (l'usine pour désigner la chlorophylle, dont nous avons déjà traité) et un tableau synthèse. De son côté, le texte de changement conceptuel organise les éléments de contenu de manière à solliciter les conceptions alternatives des lecteurs. En effet, le texte attire l'attention du jeune lecteur sur le mode d'alimentation des plantes, l'origine de son énergie et sa nourriture. En sollicitant dès les premières lignes les conceptions des jeunes lecteurs au regard de concepts qui génèrent souvent de fausses conceptions, le texte de changement conceptuel utilise une organisation des concepts susceptible de promouvoir une meilleure appropriation par le lecteur.

### **2.13.3 Le niveau de formulation des concepts scientifiques**

Si l'organisation du texte intervient dans la sollicitation des conceptions des jeunes lecteurs, le niveau de formulation proposé a également une influence majeure. Ainsi, dans le texte classique, Diakidoy et *al.* (2003) attirent d'abord l'attention du lecteur en formulant une première définition du concept d'énergie : « From today's lesson we conclude that a body has energy when it has the capacity to do something. » (Diakidoy et *al.*, 2003, p. 351). Par la suite, elles

présentent quelques manifestations de cette énergie : « People, for example, have energy because they can move, push, or lift things. » (Diakidoy et *al.*, 2003, p. 351). Dans le texte de réfutation, les auteures reprennent la même introduction en présentant, en plus, l'utilisation du concept de force dans le langage courant : « In everyday conversation, when we say that people have force we mean the same thing. We also say that whoever can lift heavier things has more force. » (Diakidoy et *al.*, 2003, p. 351). Après, les auteures posent le problème suivant : « Are energy and force the same thing? » (Diakidoy et *al.*, 2003, p. 351). Dans leur texte de réfutation, les auteures souhaitent d'abord dissocier les concepts d'énergie et de force, puis réaffirmer qu'une énergie n'est pas un objet physique. En misant sur ces deux conceptions alternatives d'élèves, les auteures ont voulu amener le lecteur à distinguer l'utilisation courante de ces concepts physiques de leur définition scientifique. Afin d'y parvenir, elles interrogent le lecteur : « Suppose that an adult and a child lift a heavy bag. Do they exert the same force? » (Diakidoy et *al.*, 2003, p. 351). Trois conceptions alternatives sont alors mises en évidence : pour certains, l'adulte exerce moins de force, pour d'autres, il exerce plus de force ou encore une force égale à celle de l'enfant. Puis, on explique l'éventail de ces idées par l'usage répandu qu'on fait du mot « force ». Par la suite, on présente la définition scientifique d'énergie et de force, afin d'aider le lecteur à formuler une réponse au problème posé en préambule. Plus loin, on explique que l'adulte et l'enfant, puisqu'ils soulèvent un objet de même masse, déploient une même énergie.

De son côté, le texte classique ne présente pas ces distinctions au lecteur. On se contente d'y aborder les thèmes de la consommation et du recyclage d'énergie dans le fonctionnement de machines, et ce, à la suite des questions formulées par les auteures. Ainsi, on mentionne que les piles qui permettent de faire fonctionner les jouets des enfants contiennent de l'énergie qui est consommée lors de l'utilisation. Le texte de réfutation aborde le thème de la consommation d'énergie sous l'angle de la problématique soulevée : « Will the adult and the child consume different amounts of energy in order to lift the bag? » (Diakidoy et *al.*, 2003, p. 352). Reprenant l'explication formulée précédemment, on répond par la négative en rappelant que s'ils exercent une même force, ils doivent nécessairement consommer une même quantité d'énergie. Du même souffle, on en profite pour insister sur une autre conception alternative d'apprenants. Bien qu'on dise couramment qu'on « perd » son énergie en effectuant un travail et qu'on se nourrisse pour

la retrouver, il serait plus exact d'affirmer que notre énergie se consume pendant la journée et que pour refaire le plein d'énergie, on consomme l'énergie qui est contenue dans les aliments. Par la suite, le texte de réfutation reprend l'exemple d'utilisation de l'énergie dans les machines dont nous venons de traiter. Puis, les deux textes présentent une troisième section en tout point identique, qui introduit les lecteurs aux différentes formes d'énergie (cinétique, chimique, élastique, thermique et lumineuse).

Le texte de réfutation propose donc de distinguer les concepts de force et d'énergie et de solutionner une problématique entourant la manifestation d'une force, avant d'aborder spécifiquement un exemple de consommation d'énergie et d'introduire les différentes formes d'énergie. Mais en quoi est-ce pertinent? Cela permet-il une meilleure compréhension des concepts abordés? D'abord, notons que le texte classique n'aborde pas le concept de force. En introduction des textes, on définit d'abord ce qu'est l'énergie : « [...] a body has energy when it has the capacity to do something. People, for example, have energy because they can move, push, or lift things. » (Diakidoy et *al.*, 2003, p. 351). Bien que cette définition soit exacte, les exemples cités peuvent engendrer de la confusion dans l'esprit des lecteurs. Comme le mentionne le texte de réfutation, beaucoup de jeunes utilisent le mot force dans le langage courant pour désigner l'énergie. À n'en pas douter, l'énergie est ce qui permet d'accomplir un travail, mais ce concept relativement abstrait pour un apprenant du primaire mériterait dès lors d'être illustré sous différentes formes, notamment celle de la nourriture, afin d'être mieux intégré. Ainsi, les auteures, dans la version classique de leur texte, auraient très certainement eu avantage à prendre l'exemple de cette énergie que nous puisons à même les aliments pour introduire le concept d'énergie. Par la suite, elles auraient pu signifier que c'est grâce à cette énergie qu'on réalise différentes actions : bouger, pousser ou lever un objet. Comme le concept de force réfère à ce qui fait bouger un objet, citer les actions précédentes, tout juste en introduisant le concept d'énergie, risque de créer de la confusion chez le lecteur et lui faire croire qu'énergie et force se réfèrent à une même définition. En ce sens, le niveau de formulation proposé dans le texte classique ne semble pas approprié pour les apprenants visés. D'un autre côté, en présentant le rapprochement avec le concept de force dans le langage courant et en invitant le jeune lecteur à résoudre un problème concret, le texte de réfutation propose un niveau de formulation qui respecte le niveau cognitif d'un élève de troisième cycle du primaire. Mais



tenir compte du niveau de développement du lecteur ne peut s'accomplir sans aborder la science avec un langage proche de celui des jeunes.

#### 2.13.4 L'utilisation du vocabulaire scientifique

Proposer un texte à des élèves du primaire signifie nécessairement leur suggérer un contenu qui, sur le plan linguistique, est à même de les rejoindre. Parmi les textes classiques et de réfutation que nous avons étudiés au sein de ces trois recherches, un seul n'a pas été composé pour l'exercice exclusif de la recherche; il a été extrait d'un manuel scolaire. Le texte classique sur la photosynthèse de la recherche de Mikkilä-Erdmann (2001) est, en effet, intéressant à plus d'un égard, car il permet de considérer comment est présenté le processus de la photosynthèse dans un manuel qui, normalement, devrait avoir fait l'objet d'une validation par des instances scientifiques et éducatives. Ainsi, un survol rapide de ce texte permet de recenser quelques concepts, qui, s'ils ne sont pas davantage explicités, ne seront vraisemblablement pas compris par les lecteurs à qui ils sont dédiés. Par exemple, en introduction, on peut lire ceci : « A plant needs water to live and gets the water from the soil through its roots. At the same time it gets nutrients which are dissolved in the water and which the plant needs, besides the water, to grow its new cells. » (Mikkilä-Erdmann, 2001). Bien que la première phrase qui présente le chemin de l'eau de la terre aux racines, ne devrait pas causer de confusion dans l'esprit d'un jeune apprenant, nous pouvons nous interroger sur ce qui sera compris à la phrase suivante. D'abord, le mot nutriment n'étant pas défini, le lecteur devra en déduire la signification en ayant recours au contexte de la phrase. Toutefois, au sein de cette même phrase, nous notons la présence de deux autres mots susceptibles d'engendrer un bris de compréhension chez un élève du troisième cycle du primaire : « dissous » et « cellule ». Ces mots n'étant pas définis dans un glossaire à la disposition de l'élève, ni davantage explicités au sein du texte, l'apprenant devra s'appuyer sur le contexte général du texte. Ainsi, il comprendra donc que l'eau passe de la terre aux racines, et que, chemin faisant, les **nutriments dissous** dans l'eau permettent de développer de nouvelles **cellules**. Les trois concepts en gras étant intimement liés à la compréhension du processus, nous nous interrogeons sur ce que l'apprenant en retirera. De plus, la phrase suivante : « You can follow the path of the water in a flower if you dye the water in a glass jar » (Mikkilä-Erdmann, 2001), n'aidera en rien le lecteur à comprendre ce que sont les nutriments dissous et les

nouvelles cellules de la plante. On ne trouve pas l'équivalent au sein du texte de changement conceptuel, l'accent étant mis davantage sur le fait que la plante ne puise pas une « nourriture toute faite » de ses racines.

## **2.14 Des concepts didactiques au cœur d'un modèle didactique de VS**

Comme nous l'avons exposé à la section 2.13, le texte de réfutation prend appui sur les conceptions alternatives des lecteurs et sur une structure textuelle déterminée. Notre brève analyse des différents textes de réfutation et classiques nous a d'ailleurs permis de mettre en relief l'apport de chacun. Nous nous proposons donc de mener une recension des concepts didactiques susceptibles de mettre en relation les conceptions des lecteurs à l'intérieur de cette structure de texte, afin d'aider les concepteurs de publications de VS à amener un changement conceptuel auprès de jeunes lecteurs.

### **2.14.1 Les représentations et les conceptions alternatives des lecteurs**

Si le frère Marie-Victorin a consacré toute sa vie à faire reconnaître les sciences naturelles autrefois considérées comme de « petites sciences », les défis de vulgarisation que représentent aujourd'hui les neurosciences, l'aérospatial, la génétique, les nanotechnologies et la physique quantique (pour ne nommer que quelques disciplines) triturent certainement les méninges des rédacteurs de publications de VS comme *Les Débrouillards*. C'est que promouvoir une culture scientifique et technique exige de tenir compte du lecteur, ce qui n'est pas sans rappeler les enjeux soulevés par l'enseignement scientifique.

D'après Bachelard (2004), pour accéder à la culture scientifique il faut d'abord envisager les obstacles épistémologiques à dépasser. En effet, peu importe l'étendue de sa culture, un apprenant dispose de représentations qu'il s'est forgées au contact du réel. Ces idées de départ lui ont permis de comprendre et d'interpréter le monde qui l'entoure. Selon Bachelard (2004) :

« Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit scientifique n'est jamais jeune, il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés. Accéder à la science, c'est spirituellement rajeunir, c'est accepter une mutation brusque qui doit contredire un passé. » (p. 16)

Ainsi, pour amener l'apprenant à adopter un nouveau savoir, il faut lui permettre de dépasser ses propres obstacles, qui sont ses idées de départ. En ce sens, il ne suffit donc pas de bien structurer un contenu pour qu'un lecteur se l'approprie. L'auteur doit se rappeler que le lecteur n'aborde pas un texte la tête exempte d'idées. Et plutôt que d'inciter le lecteur à acquérir une nouvelle culture, il doit l'amener à changer sa propre culture, en renversant d'abord les obstacles hérités de son expérience du quotidien (Bachelard, 2004).

Bien qu'elle se présente comme une possible solution aux lacunes recensées dans les publications de la VS, cette préoccupation d'enraciner la VS dans les idées initiales du lecteur n'est pas récente. Pour Bachelard, les livres d'enseignement scientifique qu'on proposait aux élèves du début du vingtième siècle étaient détachés des premières observations des lecteurs :

« À peine les premières pages sont-elles franchies, qu'on ne laisse plus parler le sens commun : jamais non plus on n'écoute les questions du lecteur. Ami lecteur y serait assez volontiers remplacé par un avertissement sévère : fais attention, élève! Le livre pose ses propres questions. Le livre commande. » (2004, p. 29)

Bachelard présente le parallèle avec le « bon » livre de VS du dix-huitième siècle qui s'inspirait de la nature et de la vie quotidienne, n'hésitant pas à aborder, par exemple, l'origine du tonnerre en asseyant son discours sur les craintes et les impressions qu'il évoquait dans les représentations populaires. « Ouvrez un livre scientifique du dix-huitième siècle, vous vous rendez compte qu'il est enraciné dans la vie quotidienne. L'auteur converse avec son lecteur comme un conférencier de salon. Il épouse les intérêts et les soucis naturels » (Bachelard, 2004, p. 29)

Selon Giordan (1994), le concept de représentation a intéressé différents mouvements d'idées aux approches tant philosophiques, sociologiques, philologiques et psychologiques, que d'orientations sociales et génétiques. Bien que de grands philosophes comme Platon, Descartes et Kant se soient penchés sur « LA » connaissance, ce sont les travaux des épistémologues Bachelard et Piaget qui ont mis en évidence l'existence chez tout apprenant d'un système explicatif, un « déjà-là conceptuel », pouvant interagir dans tout apprentissage (Astolfi et

Develay, 2002). En fait, pour Bachelard (2004), un apprenant dispose de représentations qu'il doit modifier pour accéder au savoir, et ce sont les questions qu'il se pose qui lui permettront d'acquérir des connaissances. Pour Piaget (1970), apprendre n'est pas le fruit d'une transmission, mais résulte plutôt d'une autoconstruction. L'apprenant découvre le monde en expérimentant, et en confrontant ses représentations mentales avec celles de ses pairs. En somme, un enseignement ne peut se limiter à présenter différents savoirs sans tenir compte des représentations de l'apprenant, et cela, qu'elles soient vraies ou fausses sur le plan scientifique (Astolfi et Develay, 2002). Pour comprendre la distinction entre représentation et concept scientifique, Jean Migne, qui a mené des travaux auprès d'apprenants adultes, parle de modes de connaissance distincts. Pour Migne (1970), une représentation est un « mode de connaissance à prédominance figurative », alors qu'un concept scientifique réfère à « un nœud de relations définies en termes opératoires » (p. 82).

Plus récemment, Fournier (2015) a retenu une définition de représentation qui englobe à la fois la notion de représentation sociale et cognitive dans sa thèse portant sur les représentations d'élèves du secondaire sur la circulation sanguine. Le chercheur s'est inspiré, entre autres, des travaux de Jodelet (1989) pour qui les représentations sociales sont des connaissances partagées qui participent à l'édification d'une réalité commune. À ce caractère social, Fournier (2015) ajoute :

« [...] la représentation devient cognitive et se présente sous deux formes : issue de processus cognitifs mis en place par l'individu lorsqu'il confronte la situation à ces connaissances, mais également définie comme produit à partir du moment où il partage le résultat de ce processus, de sa réflexion. » (p. 31)

Comme le chercheur s'intéresse au processus mis en branle par une représentation, qui passe nécessairement par une confrontation avec les connaissances de l'individu, cette double définition de représentation nous paraît intéressante. Toutefois, comme nous nous intéressons aux idées qui émergent dans la tête des jeunes lecteurs au fur et à mesure qu'ils découvrent un nouveau concept, le terme que nous choisirons doit permettre de décrire cette situation. D'une manière concrète, un apprenant dispose de représentations, ou encore de préconceptions, qui doivent être transformées afin de lui permettre d'assimiler la compréhension d'un concept scientifique qui, lui, est partagé par la communauté des chercheurs. Selon De Vecchi et

Carmona-Magnaldi (2002), le mot conception semble de plus en plus faire consensus, il réfère à un modèle explicatif sous-jacent souvent élaboré par analogie et permettant à l'apprenant de s'expliquer le réel. Dans la communauté scientifique anglophone, « préconceptions » (Novak, 1977), « misconception » (Posner et *al.*, 1982), « alternative conception » (Hewson et Hewson, 1983) et « naive conceptions » (Champagne, Gunstone et Klopfer, 1982) sont quelques-uns des termes couramment utilisés. Comme « misconception », sa traduction française<sup>57</sup> et leurs différentes variantes nous paraissent péjoratives, et qu'aucun consensus sur l'utilisation de ce terme ne se dégage dans la recherche (Guzzetti et *al.*, 1993), nous avons choisi d'utiliser « conception alternative », puisque cette formulation évoque bien l'explication provisoire formulée par un apprenant pour l'aider à appréhender le réel.

Pour illustrer concrètement une conception, Giordan utilise la métaphore de l'iceberg. Le bloc de glace comporte une partie émergée et une autre submergée. La partie émergée fait référence aux conceptions qui sont construites à partir du milieu dans lequel évolue un apprenant (par exemple, les attitudes qui sont le fruit de son environnement affectif et familial, mais aussi ses démarches, ses croyances et ses valeurs). La partie immergée suggère l'intégration de ces différents éléments au mode appris ou inconscient afin de donner du sens au monde qui entoure l'apprenant (Giordan et Pellaud, 2008).

Mais comment, concrètement, les conceptions alternatives peuvent-elles servir de levier aux concepteurs de publications de VS? Nous l'avons vu précédemment, les conceptions alternatives sont au cœur du texte de réfutation. Il n'en tient qu'à l'auteur de les exposer, de les réfuter et de présenter la conception scientifique validée. Or, le vulgarisateur n'étant pas un enseignant ou un chercheur engagé dans la recherche en enseignement, il y a fort à parier qu'il ne sera pas en mesure d'identifier de telles conceptions. Toutefois, depuis plus de trois décennies de recherche en didactique des sciences, des ouvrages présentant des conceptions alternatives d'élèves du primaire à l'égard de différents phénomènes ont été publiés. Par exemple, certains jeunes apprenants pensent que le Soleil gravite autour de la Terre et que tous les métaux sont attirés par des aimants, tandis que d'autres pensent que les tremblements de terre sont provoqués

---

<sup>57</sup> Fausse conception

par les éruptions volcaniques (Thouin, 2001). Ces conceptions étant tributaires d'un mode d'appropriation du réel, il serait pertinent que les ouvrages de VS s'en inspirent. Puisqu'il existe un très grand nombre de représentations mentales possibles, il serait difficile de les prendre toutes en compte. En revanche, les vulgarisateurs scientifiques pourraient s'appuyer sur les principales conceptions mises en lumière par les recherches menées en didactiques au cours des dernières années. Une fois ces obstacles repérés, l'apprenant pourrait les confronter et, ultimement, les dépasser. Mais avant d'en arriver là, voyons concrètement comment les conceptions des jeunes lecteurs peuvent aider le vulgarisateur à mieux comprendre la façon de présenter les liens entre les différents concepts. Si le texte de réfutation présente une structure en trois sections bien définies, cela ne signifie pas que tout texte de VS doit être organisé de la même façon. Le concepteur doit se poser quelques questions, notamment quels concepts doivent être abordés en lien avec un sujet traité, dans quel ordre présenter les concepts, quels exemples ou analogies s'avèrent les plus appropriés, etc. Autant de questions qui sont liées au processus d'apprentissage.

#### **2.14.2 Un modèle de changement conceptuel qui mise sur la motivation des apprenants**

Selon Treagust et Duit (2008), les décennies qui nous précèdent ont vu émerger différents modèles de changement conceptuel permettant de décrire la réorganisation des idées qui s'opère dans la tête d'un apprenant. Selon les chercheurs, ces modèles s'inscrivent dans trois perspectives : épistémologique, ontologique et socio-affective (Duit et Treagust, 2003). Afin de nous aider à déterminer la perspective qui permettrait de décrire le plus fidèlement ce qui se produit chez un jeune lecteur qui lit de la VS, portons une attention particulière à chacune de celles-ci.

La perspective épistémologique ou de rupture épistémologique s'intéresse plus particulièrement à l'évolution des conceptions d'un apprenant d'un point de vue cognitif. Les idées constructivistes de Piaget et de Kuhn, selon lesquelles l'apprentissage se construit, ont influencé cette perspective (Treagust et Duit, 2008). Toutefois, selon Laliberté (2013), les idées de conflit cognitif ou sociocognitif se sont révélées peu efficaces en contexte de classe, nécessitant à la fois l'aptitude de l'élève à sentir le conflit cognitif émerger, et celle de l'enseignant, à

l'identifier. Le modèle de changement conceptuel de Posner et *al.* (1982) s'est intéressé à décrire un changement radical des conceptions. Il a toutefois essuyé de nombreuses critiques. Les quatre conditions susceptibles d'engendrer un changement radical des conceptions se sont avérées difficiles à mettre en place dans le contexte d'une classe. On leur a aussi reproché d'avoir omis de nombreux déterminants pouvant affecter un tel changement. Dix ans après leur premier modèle, Strike et Posner (1992) l'ont révisé et ont identifié trois principales critiques sur lesquelles travailler. Dans le modèle de 1982, (1) on tenait pour acquis que les conceptions alternatives étaient clairement formulées dans l'esprit des apprenants; (2) l'écologie conceptuelle misait essentiellement sur des déterminants de cet ordre et conséquemment, le changement conceptuel était avant tout un processus rationnel et enfin (3), les conceptions alternatives étaient davantage des objets cognitifs qui étaient affectés par cette écologie, sans pour autant interagir avec elle (Strike et Posner, 1992). Les chercheurs proposent les modifications suivantes au modèle initial. (1) L'écologie conceptuelle devra intégrer une gamme plus large de déterminants, notamment la motivation et les objectifs poursuivis par l'apprenant. Strike et Posner (1992) insistent sur le fait que cette motivation et ces objectifs ne sont pas nécessairement en lien avec l'histoire et la philosophie des sciences. Par exemple, un jeune lecteur peut s'attaquer à la lecture d'un texte pour différentes raisons : satisfaire une curiosité intellectuelle, résoudre un problème qu'il a rencontré, répondre aux attentes d'un enseignant, obtenir de meilleurs résultats académiques, etc. (2) Les conceptions scientifiques et alternatives font partie de cette écologie et interagissent avec les autres déterminants. Pour illustrer cette situation, Strike et Posner (1992) donnent l'exemple de conceptions alternatives qui peuvent parfois jouer des tours. En effet, ces représentations étant les jumelles de notre perception, nos conceptions alternatives peuvent brouiller notre interprétation d'un contre-exemple. Or, comme le texte de réfutation consiste à réfuter une conception alternative, il est important que le jeune lecteur saisisse bien le sens de cette réfutation. (3) Finalement, ces mêmes conceptions scientifiques et alternatives peuvent exister à différents degrés de formulation. Ainsi, un lecteur peut être motivé à mémoriser un concept pour réussir un examen et obtenir de bons résultats. Toutefois, cela ne signifie pas pour autant qu'il comprend ce qu'il a lu. Par exemple, de cette démarche, le lecteur retiendra que la science se résume à la mémorisation de concepts éparpillés (Strike et Posner, 1992). Or, on peut se questionner si le contexte non formel de la VS s'inscrit bien dans une perspective de changement cognitif qui passe par un changement

radical des conceptions. En effet, le lecteur qui aborde un concept scientifique susceptible de remettre en cause une de ses conceptions alternatives sera certainement interpellé par le concept en question, il se questionnera, mais difficile d'imaginer que la portée soit aussi définitive.

Une deuxième perspective du changement conceptuel, dite ontologique, peut se résumer comment étant : « [...] how students view the nature of the conception being investigated, sought to examine the ways that students considered scientific conceptions in terms of their views of reality. » (Treagust et Duit, 2008, p. 4). Cette perspective du changement conceptuel amène l'apprenant à réorganiser, à hiérarchiser et à catégoriser les concepts entre eux. Citant les travaux de Chi (2008), Laliberté (2013) évoque les trois grandes classes ontologiques : les entités, les processus et les états mentaux. Ici encore, nous nous interrogeons à savoir si cette perspective s'inscrit bien dans le contexte de la VS. Il nous semble peu plausible, en effet, que le lecteur passe par ce processus de réorganisation des concepts scientifiques dans le contexte du loisir, par exemple.

La troisième perspective décrite par Duit et Treagust (2003) est socio-affective. Le changement conceptuel serait également influencé par le niveau d'intérêt, d'affection et la motivation des apprenants pour les apprentissages scientifiques, selon Treagust et Duit (2008). Pintrich, Marx et Boyle (1993) reconnaissent l'importance de la motivation dans le processus de changement conceptuel, et parlent d'un « *hot conceptual change* », par opposition au modèle de Posner et al. (1982), qu'ils présentent comme le « *cold conceptual change* », puisqu'il se fonde sur un processus purement rationnel. Dans leur état de la question, les chercheurs américains dissocient la communauté apprenante, qui évolue au sein d'une classe, de la communauté scientifique, en remettant en question le rôle et les intérêts réels de chacun, d'une part, et en évoquant plutôt les influences sociales, historiques, personnelles et motivationnelles sur le processus de changement conceptuel, d'autre part. Après un acte de foi envers l'approche socioconstructiviste, les chercheurs mettent en relation l'importance des facteurs de motivation dans les processus d'assimilation et d'accommodation. Concernant le rôle des connaissances antérieures dans le changement conceptuel, Pintrich, Marx et Boyle (1993) soulignent qu'elles peuvent tout aussi bien paver la voie vers un apprentissage que l'entraver. D'après les chercheurs, selon la façon dont est organisé le discours de la communauté scientifique qui est



présenté à l'apprenant, il peut y avoir compatibilité ou incompatibilité dans l'esprit de ce dernier : « [...] prior knowledge can be organized in such a way that the concepts connecting this knowledge compete with concepts understood by a discourse community (e.g. a scientific field). » (Pintrich et *al.*, 1993, p. 171)

Puis, reprenant une à une les quatre conditions pour amener un changement conceptuel<sup>58</sup> du modèle de Posner et *al.* (1982), les chercheurs démontrent la pertinence de tenir compte des facteurs de motivation que sont les objectifs poursuivis par l'apprenant, ses valeurs, ses croyances et son efficacité propre. Parallèlement, Pintrich et ses collaborateurs (1993) reconnaissent les limites associées à l'écologie conceptuelle puisque, disent-ils :

« Learners do have intentions, goals, purposes, and beliefs that drive and sustain their thinking. In addition, these motivational beliefs can influence the direction of thinking as the students attempt to adapt to the different constraints and demands placed on them by the tasks and activities they confront in classrooms.» (Pintrich et *al.*, 1993, p. 192)

Comme elle s'appuie sur les intentions, les croyances et les motivations d'un lecteur, nous pensons que cette perspective de changement conceptuel cadre mieux avec le contexte non formel de la VS. Or, pourrions-nous imaginer un modèle de changement conceptuel qui s'appuierait à la fois sur les travaux menés sur l'acquisition des connaissances, les croyances et les comportements à adopter pour y arriver, tout autant que sur les structures cognitives impliquées? C'est le pari qu'ont pris les chercheuses Dole et Sinatra en 1998. Au carrefour des domaines de la didactique des sciences et de la psychologie sociale et cognitive, les chercheuses ont imaginé un modèle de changement conceptuel appelé modèle de reconstruction cognitive des apprentissages,<sup>59</sup> qui reconnaît le rôle des conceptions alternatives tout autant que la motivation des apprenants dans la réalisation d'un apprentissage. En dressant le parallèle avec le modèle de changement conceptuel de Posner et *al.* (1982) dont nous avons traité précédemment, les modèles issus de la psychologie de McGuire (1960) et Wyer (1970)<sup>60</sup> et ceux

---

<sup>58</sup> D'abord ressentir une insatisfaction, puis reconnaître l'intelligibilité, la plausibilité et la fécondité d'une nouvelle conception.

<sup>59</sup> *Cognitive Reconstruction of Knowledge Model (CRKM)*

<sup>60</sup> *Models of attituded and belief change*

de Petty et Cacioppo (1986)<sup>61</sup>, les chercheuses présentent un modèle dans lequel les conceptions alternatives des apprenants, leur motivation, leur engagement cognitif, mais également les conditions à mettre en place pour assurer une meilleure appropriation sont tous pris en compte.

À la figure 7, nous présentons les grandes étapes de ce modèle. D'après Dole et Sinatra (1998), trois conditions facilitent l'évolution des conceptions d'un apprenant. La force des conceptions ancrées dans son esprit, la cohérence des liens qui unissent ces conceptions avec ses connaissances et l'engagement qu'il ressent envers ses propres conceptions. Concrètement, ces deux premières variables pourraient être évaluées en demandant aux apprenants d'élaborer un réseau de concepts ou une carte conceptuelle afin de définir leurs concepts et de décrire les liens qui les unissent entre eux (Dole et Sinatra, 1998).

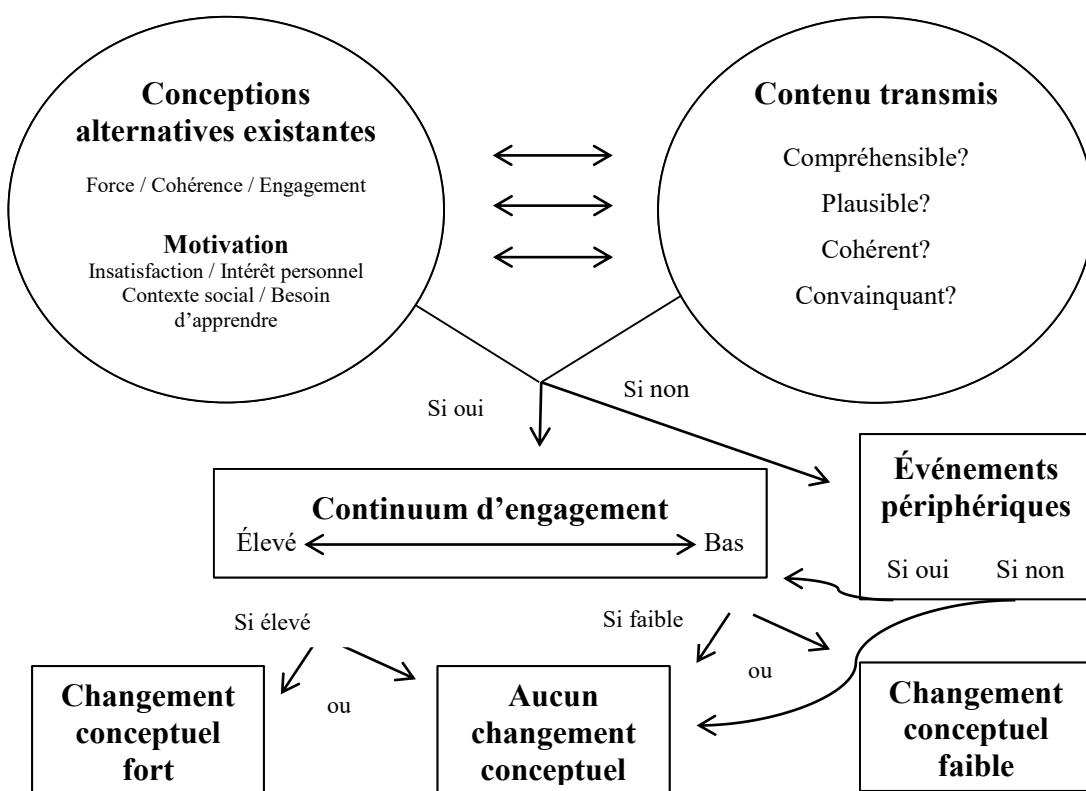


Figure 7 : Modèle de reconstruction cognitive des apprentissages  
(Source : Dole et Sinatra, 1998, p. 119)

<sup>61</sup> Elaboration Likelihood Model (ELM)

Comme l'indiquent les chercheuses, bien que Strike et Posner (1992) aient fait référence à la motivation des apprenants dans le complément publié dix ans après leur premier modèle de changement conceptuel (1982), c'est davantage en référence à l'insatisfaction ressentie par l'apprenant lors d'un conflit cognitif qu'on aborde le concept de motivation de l'apprenant. Or, le modèle de Dole et Sinatra (1998) va plus loin en proposant quatre contextes qui motivent un apprenant à vouloir surmonter ses conceptions pour amorcer un apprentissage : (1) le fait de ressentir une insatisfaction à l'égard d'une idée, (2) être particulièrement intéressé par le sujet traité, (3) un contexte ou un engagement social qui amène l'apprenant à se sentir davantage interpellé ou encore, (4) être motivé par un besoin d'apprendre. Si les chercheuses reconnaissent que d'autres contextes peuvent favoriser la motivation chez l'apprenant, ceux-ci apparaissent comme fort pertinents.

Également, en retour, le contenu à transmettre est susceptible d'interagir avec les conceptions alternatives des apprenants. Ainsi, Dole et Sinatra (1998) présentent quatre caractéristiques du contenu à transmettre qui sont susceptibles d'encourager un apprenant à changer ses conceptions. À l'instar de Posner et *al.* (1982), les chercheuses suggèrent que le contenu à transmettre soit compréhensible et plausible pour la catégorie d'apprenants à qui il est destiné (1). En d'autres mots, les concepts doivent être, d'une part, au niveau de l'apprenant et pouvoir interagir avec ses connaissances et, d'autre part, sembler crédibles. Les chercheuses soulignent toutefois que de rendre un texte compréhensible ne signifie pas qu'il soit simpliste (2), certaines recherches, dont celle de Renninger (1992), ayant d'ailleurs démontré que des élèves peuvent se montrer intéressés à lire un texte, même s'il représente un plus grand défi cognitif. Aussi, de manière à ce que le contenu soit cohérent dans l'ensemble, l'explication finale présentée doit apporter suffisamment de réponses à l'apprenant pour qu'il comprenne le phénomène exposé (3). Et enfin, la rhétorique proposée, l'argumentaire doit convaincre l'apprenant du bien-fondé de ce contenu (4) (Dole et Sinatra, 1998). Or, lorsque l'apprenant traite le contenu, il le fait sur la base d'un engagement métacognitif, qui peut être variable et donner lieu à différents niveaux de changement conceptuel, de nul à fort. En parallèle, d'autres événements périphériques peuvent également stimuler un engagement de la part de l'apprenant. À terme, on comprend que si un apprenant possède un niveau d'engagement élevé, il est susceptible de réaliser un changement conceptuel durable, et à l'inverse, s'il n'est pas motivé et qu'il ne s'engage pas de

manière significative, il peut s'ensuivre un changement conceptuel faible, voire inexistant (Dole et Sinatra, 1998).

### **2.14.3 La carte et la trame conceptuelles**

Aux États-Unis, un disciple de Piaget, Ausubel, s'est également intéressé à la place des connaissances préalables et aux mécanismes d'assimilation de nouveaux concepts dans l'apprentissage. Ausubel (1963) distingue l'apprentissage significatif de celui qui est mémorisé « par cœur ». Selon le chercheur, pour qu'il y ait un apprentissage significatif, l'apprenant doit choisir lui-même d'intégrer un nouveau concept au sein de ses connaissances. Pour ce, Ausubel insiste sur la quantité, la clarté et la pertinence du concept à intégrer. L'apprenant doit assumer délibérément de réorganiser ses connaissances. Par opposition, l'apprentissage par mémorisation se produit lorsque les concepts ne sont pas assimilés aux connaissances acquises, ou alors, lorsqu'il n'existe pas de lien entre les nouveaux concepts et les connaissances de l'apprenant (Novak, 2010). Dans le laboratoire d'Ausubel, Novak et Gowin ont retranscrit et analysé des entrevues menées auprès d'élèves afin d'évaluer leurs apprentissages. En comparant les concepts énoncés par les apprenants avant et après un apprentissage, Novak et Gowin (1984) ont développé des outils métacognitifs qui permettent d'organiser, d'une manière schématique, les concepts entre eux : les cartes conceptuelles et les diagrammes en V. La carte conceptuelle de Novak est une représentation spatiale des relations hiérarchiques qui existent entre des concepts. Des outils pertinents pour l'apprenant, l'enseignant, le chercheur et, pourquoi pas, le concepteur de VS? En effet, selon Iuli et Helldén (2004), la carte conceptuelle, en plus d'être un outil précieux pour aider l'élève à faire l'apprentissage des sciences (1), synthétise les connaissances d'un apprenant (2), cible ses préconceptions (3), aide à comprendre les liens qu'il établit entre chaque concept (4), invite à la réflexion sur ces liens (5), aide à élaborer du matériel d'apprentissage (6), permet d'apprécier les mécanismes qui sous-tendent la construction de nouvelles connaissances (7), etc. Pour le vulgarisateur, la carte conceptuelle peut s'avérer particulièrement pertinente, puisqu'elle permet de rendre compte d'une réalité bien concrète qui s'opère dans la tête d'un lecteur et qui doit servir de tremplin pour s'approprier un nouveau concept. Par exemple, si on demande à un enfant de dessiner la Terre, le Soleil, la Lune et les planètes qu'il connaît, la position de chacune, leur taille relative, leur mouvement apparent et la

schématisation de ces éléments permettront d'identifier comment l'enfant conçoit l'organisation du système solaire. Ainsi, si l'enfant place le Soleil et les autres planètes autour de la Terre, cette conception géocentrique aura une influence sur la façon de l'apprenant de s'expliquer l'alternance du jour et de la nuit, l'alternance des saisons, etc. Qui plus est, l'enfant qui véhicule une telle conception s'appuie vraisemblablement sur l'observation qu'il fait du mouvement apparent du Soleil qui « défile » dans le ciel au fil de la journée. Ainsi, la carte conceptuelle qui sera produite pour décrire le système tel que perçu, devra être articulée autour de cette préconception. Elle permettra d'accéder aux liens qui s'opèrent entre les concepts, et éventuellement d'aborder les mécanismes qui sous-tendent la construction d'un nouveau savoir.

Parallèlement, à l'INRP<sup>62</sup>, Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussain (1997) ont également élaboré une représentation schématique : la trame conceptuelle. Cette dernière propose des énoncés complets plutôt que des mots isolés. Selon Jacobi, Boquillon et Prévost (1994) :

« [...] la trame consiste en un réseau d'énoncés opératoires. Ces énoncés sont destinés à expliciter et à développer le contenu de certains éléments des programmes officiels de l'enseignement scientifique. La trame n'est pas un système hiérarchisé de petite taille. Les énoncés isolés dans des étiquettes sont reliés par des traits ou des flèches dont la nature n'est pas explicitée. On peut simplement indiquer que cette liaison indique une implication logique entre au moins deux énoncés-concepts » (p. 16)

Selon Astolfi et *al.* (1997), les principales fonctions d'une trame conceptuelle sont : de clarifier la matière avant l'enseignement (1) ; de conduire à des choix de concepts intégrateurs pour que se dégage une vision d'ensemble (2); de faciliter la mise en lumière de l'arrière-plan d'un concept (3); de situer un apprentissage par rapport à un champ notionnel et de permettre de considérer l'élaboration d'une progression pédagogique (4); de permettre à l'apprenant d'imaginer différents chemins d'apprentissage et des moments de structuration facilitant une réorganisation des savoirs (5) ; et enfin, de rendre concrète la construction de ponts entre les connaissances (6). Si le contenu des énoncés y est plus long et plus complet que sur les cartes conceptuelles, la trame permet également de rendre concret le processus d'appropriation d'un

---

<sup>62</sup> Institut National de Recherche Pédagogique

savoir en présentant les différents parcours d'un apprentissage. Toutefois, son utilisation est limitée aux enseignants et aux chercheurs. En effet, Astolfi et *al.* (1997) distinguent quatre types de trames, deux *a priori*, une en cours d'activité d'apprentissage et une *a posteriori*. La première trame concerne les scientifiques et les enseignants engagés dans la recherche qui souhaitent analyser la structure des connaissances à transmettre. La seconde, la trame prévisionnelle, s'adresse à l'enseignant qui prépare le contenu de son cours. La troisième permet à l'enseignant de recueillir des traces en cours de séquence. Enfin, la trame bilan permet à l'enseignant de porter un jugement sur la démarche effectuée et d'y apporter des modifications (Astolfi et *al.*, 1997). En somme, nous faisons deux distinctions entre la schématisation de Novak et celle d'Astolfi et *al.* (1997). D'abord, sur la carte conceptuelle, on note la présence de mots éparpillés, et sur la trame, des phrases pouvant être lues isolément. Aussi, si la carte conceptuelle s'adresse invariablement à l'apprenant, à l'enseignant et au chercheur, la trame concerne uniquement l'enseignant et le chercheur. Jacobi et *al.* (1994) recensent également d'autres représentations spatiales dans la littérature scientifique : le réseau et le modèle conceptuel. Toutefois, les chercheurs notent que leur caractère moins défini et dépourvu d'une formalisation théorique rend moins pertinent de s'y attarder.

Inspirés par ces travaux, nous croyons que l'utilisation de cartes conceptuelles, qui peuvent être élaborées à la fois par l'apprenant et l'adulte, permettrait aux concepteurs de VS d'élaborer des ressources qui respectent davantage les modes d'appropriation de la science par les jeunes lecteurs. Nous proposons ici deux alternatives. Selon un premier scénario, le concepteur de VS pourrait élaborer une première carte conceptuelle autour d'un phénomène à traiter. Puis, en consultant un ouvrage de didactique, il pourrait repérer les conceptions fréquentes d'apprenants au regard de ce phénomène et élaborer une deuxième carte conceptuelle. En comparant les deux cartes, le concepteur pourrait alors imaginer différentes façons de dépasser les conceptions des apprenants. Le deuxième scénario, que nous proposons aux vulgarisateurs, est inspiré d'une recherche menée par Iuli et Helldén en 2004. Les chercheurs ont demandé à des apprenants de 9 ans d'élaborer une carte conceptuelle individuelle sur le thème de la transformation de la matière. Puis, ils devaient se présenter mutuellement leurs cartes, échanger et ensuite en construire une qui présentait leur compréhension collective. Menée sur une période de six ans, c'est-à-dire entre l'âge de 9 et 15 ans pour les élèves, cette recherche a permis de cerner certaines

difficultés chez l'apprenant à définir les concepts de matière et d'énergie. Selon ce deuxième scénario, le concepteur de VS pourrait faire participer quelques enfants du groupe visé à un groupe de discussion, afin qu'ils élaborent chacun leur propre carte. Puis, en échangeant ensemble, les apprenants pourraient élaborer une carte collective qui présenterait leurs conceptions. Avoir cette carte conceptuelle collective en main pourrait permettre au vulgarisateur de concevoir comment aborder l'écriture d'une ressource de VS. Bien que la trame conceptuelle soit aussi un outil précieux qui pourrait permettre au vulgarisateur d'identifier les conceptions des lecteurs au regard d'un phénomène scientifique, celui-ci devrait également s'interroger sur le niveau de formulation à proposer afin de rejoindre le lecteur visé.

#### **2.14.4 Les niveaux de formulation d'un concept scientifique**

Toujours d'après Astolfi et *al.* (1997), il existe, pour un même concept, différents niveaux de formulation selon la scolarité de l'apprenant et la nature du problème étudié. Un apprenant du premier cycle du primaire n'ayant pas le bagage d'un élève du deuxième ou du troisième cycle, il n'abordera pas un concept de la même façon. Le concepteur de VS devra donc en tenir compte dans le niveau de formulation proposé. Toujours selon les chercheurs, les travaux de Piaget sur le développement cognitif et sur les représentations suggèrent que l'apprenant ne fait pas que consommer l'information, il la structure d'une manière bien personnelle. En s'appuyant sur les niveaux opératoires de Piaget (pensées préopératoire, concrète et formelle) et les conceptions fréquentes des apprenants, le concepteur pourrait ainsi proposer une formulation qui prenne appui sur les structures cognitives des lecteurs. Par exemple, pour aborder la problématique de l'isolation thermique chez les mammifères, le vulgarisateur insistera davantage sur des exemples issus de l'environnement immédiat pour aider l'apprenti lecteur. Il sollicitera les sens de l'enfant en l'amenant à identifier certains de ses comportements qui permettent d'éviter de perdre de la chaleur : s'habiller chaudement, s'abriter, se coller les uns sur les autres, etc. Il l'interrogera sur l'origine de la chaleur d'un animal, et sur l'importance de sa fourrure pour le protéger du froid. Par ailleurs, lorsqu'il s'adresse à un lecteur plus âgé, le concepteur pourra faire le parallèle entre la fourrure des mammifères et les vêtements que nous portons au fil des saisons, afin d'amener l'enfant à classer les différents tissus en fonction de leurs propriétés isolantes. Enfin, s'il s'adresse à un lecteur au début de l'adolescence, il pourra progressivement

aborder le concept de densité du poil et l'inviter à inférer le rôle de la mue automnale en rapport avec la propriété d'une fourrure à emprisonner la chaleur. En ce sens, comme le rappellent Astolfi et *al.* (1997), les niveaux de formulation « peuvent se hiérarchiser en fonction de la complexité des opérations logico-mathématiques que leur compréhension implique (sériation, réversibilité, raisonnement sur le possible, type de causalité, modélisation ...). » (p. 117). Pour amener le lecteur à appréhender l'effet engendré par une plus grande densité de poils, le vulgarisateur pourra utiliser un modèle qui permet de visualiser que, pour une même surface, si on augmente la densité des poils, on multiplie ainsi la capacité du matériau à emmagasiner les molécules d'air. Ainsi, les connaissances du lecteur sont sollicitées à chaque niveau de formulation, et le registre d'énonciation proposé respecte le développement cognitif de l'apprenant. Par ailleurs, tenir compte de la scolarité de l'apprenant, c'est aussi proposer un texte qui, sur le plan linguistique, est à même de le rejoindre. Au sein d'un même énoncé, l'utilisation de différentes terminologies pour désigner un même concept, la structure sémantique (utilisation d'homonymes, de synonymes, etc.) et la structure syntaxique (utilisation de différents marqueurs de relation) influencent la compréhension d'un texte (Astolfi et *al.*, 1997). Le concepteur de VS devra être sensible à cette dimension, puisqu'une formulation qui est décalée par rapport au niveau de compréhension du lecteur pourrait le décourager.

Enfin, la nature du problème affecte également la formulation d'un énoncé. La problématique que nous venons de décrire sur les propriétés d'isolation de la fourrure des mammifères peut être considérée à différents niveaux. Les apprentis lecteurs n'ayant pas les mêmes conceptions que les lecteurs plus âgés sur l'isolation, il aurait été inapproprié d'aborder la problématique de l'adaptation des animaux au froid sous l'angle de la densité de leur fourrure en premier lieu. En fait, pour beaucoup de jeunes apprenants, c'est la fourrure qui réchauffe l'animal (Thouin, 2001). En essayant d'informer le lecteur de manière prématurée sur la densité du poil, le vulgarisateur pourrait ainsi conforter l'apprenant dans sa fausse conception. Ce dernier comprendrait alors qu'une fourrure plus dense réchauffe encore davantage un mammifère. Ainsi, plutôt que d'inviter le lecteur à découvrir que la fourrure dense (ou tout autre matériau isolant) a la propriété d'emprisonner la chaleur émise par le corps, le concepteur pourrait favoriser une conception erronée. Pour Astolfi et *al.* (1997) :



« [...] la nature des problèmes étudiés a une incidence sur la formulation des énoncés, en dehors de toute question de hiérarchie. C'est ce qui amène, dans ce cas, à parler plutôt de registres de formulation, en lien avec des pratiques sociales différentes, industrielles, agricoles ou domestiques [...] » (p. 118)

Dans l'exemple présent, la problématique de l'isolation thermique a permis au vulgarisateur d'interpeller le lecteur sur ses connaissances préalables pour l'amener à identifier les propriétés isolantes d'un matériau. Mais il aurait pu aller encore plus loin en proposant au lecteur d'expérimenter lui-même afin de déterminer, par exemple, si certains matériaux sont isolants, ou à l'inverse, s'ils sont conducteurs. En somme, selon le problème abordé, différents registres de formulation pourront être présentés au lecteur afin de solliciter ses connaissances. Dans un domaine différent, des biologistes pourraient présenter les résultats d'une analyse de l'eau d'un bassin versant et inviter le lecteur à identifier les sources potentielles de pollution et les dispositifs à mettre en place pour assainir l'eau. De même, une entrevue réalisée auprès d'un astrophysicien pourrait permettre à des jeunes lecteurs de découvrir une planète susceptible de présenter des traces de vie. Mais, avant d'en arriver là, comment guider le vulgarisateur scientifique dans la sélection des savoirs à vulgariser?

#### **2.14.5 La transposition didactique des savoirs**

Proposée par Verret (1975) et formalisée à partir d'un exemple de didactique de la mathématique par Chevallard et Johsua, au début des années 1980, la transposition didactique décrit la reconstruction nécessaire des concepts entre l'instance des savoirs savants et celles des ordres d'enseignement. Enseigner un savoir nécessite une certaine réorganisation, puisque tout ne peut être enseigné, et les circonstances dans lesquelles un savoir savant est produit différent de son contexte d'utilisation. Chevallard appelle « noosphère » l'instance de décision qui s'intéresse à cette sélection primaire et légitime des objets de savoir. Cette instance est composée de représentants du système d'enseignement, de responsables des programmes, de chercheurs universitaires et de conseillers pédagogiques, entre autres, et la noosphère assure une cohérence et une concordance entre le système didactique et l'environnement. Selon Chevallard et Johsua (1991), « un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d'enseignement » (p. 39). Dans leur ouvrage, Chevallard et Johsua montrent comment le

concept de distance a évolué depuis les recherches du mathématicien Fréchet, en 1906, jusqu'à son admission dans le programme de géométrie de quatrième année, en 1971. Au départ, la distance représentait principalement un espace mathématique destiné aux ensembles non linéaires. Cependant, c'est la notion de droite en géométrie qui lui a survécu (Chevallard et Johsua, 1991). Ainsi, selon Astolfi et Develay (2002), en devenant l'objet d'enseignement, non seulement l'histoire de cette découverte par Fréchet a-t-elle été complètement abandonnée (on parle ici d'un processus de dépersonnalisation), mais surtout, l'organisation des savoirs autour du concept de distance ne permet plus de l'envisager dans son sens initial (désyncrétisation). À partir des travaux de Verret (1975), Chevallard et Johsua (1991) énumèrent les contraintes qu'ils ont mises en lumière dans la transposition d'un savoir savant. Il s'agit de la dépersonnalisation et de la désyncrétisation du savoir (dont nous venons de citer un exemple), de la programmabilité de l'acquisition (structurer les savoirs selon une logique de programme académique : en chapitres, par exemple), de la publicité du savoir (exposer explicitement les savoirs à transmettre) et du contrôle social des apprentissages (permettre l'évaluation des savoirs). Selon Astolfi et Develay (2002), c'est entre l'objet de savoir et celui de l'enseignement qu'intervient l'inévitable changement de statut épistémologique. On parle d'effet de reformulation lorsqu'il existe un fossé entre les résultats présentés et les modalités réelles de la création du savoir. Si, lors d'un congrès par exemple, un scientifique reformule maladroitement un savoir reconnu, cela pourrait donner l'impression qu'il s'agit d'une nouvelle façon de répertorier le savoir en question. Également, le processus de dogmatisation consiste à présenter un savoir comme s'il était immuable, figé et non questionnable. Pour éviter ce piège, Astolfi et Develay (2002) suggèrent de revenir à la publication originale, afin de pouvoir mieux évaluer sa validité. Ainsi, entre le laboratoire et la salle de classe, les savoirs savants subissent de nombreuses transformations qui vont jusqu'à changer son appartenance :

« [...] en rejoignant un curriculum, tout concept scientifique s'intègre dans une nouvelle économie du savoir : il doit pouvoir désigner quelque chose qui puisse être apprise (un texte du savoir, dirait Chevallard), il doit ouvrir un champ d'exercices à faire ou permettre de concevoir des séances de travaux pratiques... Autant de caractéristiques et d'exigences qui n'étaient pas dans le contexte du savoir savant. » (Astolfi et Develay, 2002, p. 44)

Dans le contexte particulier de la VS, le vulgarisateur n'étant pas restreint à aborder des savoirs scolaires, il peut puiser au sein d'un cadre plus large et emprunter des sentiers peu explorés par les enseignants. Or, s'il n'a pas à se soucier des contraintes de programmabilité, de publicité du savoir ou de contrôle social des apprentissages, qui relèvent essentiellement du milieu scolaire; il lui faut néanmoins réarticuler les éléments de contenu entre eux, ce qui inévitablement risque d'affecter le rapport entre les savoirs. Également, il doit éviter de dogmatiser un savoir en le présentant comme universel et figé. Parallèlement, en veillant à ne pas décontextualiser un savoir, ou encore à le dépersonnaliser, le vulgarisateur préserve le caractère humain inhérent à une découverte lorsque la situation s'y prête. Si ces contraintes peuvent guider le travail du vulgarisateur dans la transposition d'un savoir, elles ne doivent pas lui en limiter l'accès. En ce sens, nous concevons, à l'instar de Jacobi et Schiele (1988), que la VS doit aborder les enjeux qui bouleversent la science. Il faut éviter qu'elle se restreigne à exploiter des thèmes qui sont privilégiés par l'école, puisque les questions qui intéressent les apprenants dépassent largement les savoirs scolaires. Par exemple, bien que l'astronomie ait longtemps été écartée du programme de science au primaire et au secondaire au Québec, cette discipline a toujours occupé une place importante dans les publications de VS. Et pour cause, la voûte étoilée étant source d'innombrables questions pour le scientifique, comme pour le tout jeune enfant. Dans le contexte d'éducation non formelle de la VS, certains savoirs qui sont difficilement scolarisables pourraient être exploités de façon à éviter de diluer le savoir savant et à permettre de répondre aux préoccupations des lecteurs.

En ce sens, plus de deux décennies après l'introduction du concept de transposition didactique par Chevallard et Johsua, Astolfi (2008) s'interroge à savoir si l'école peut se permettre de perdre la « saveur des savoirs » qui accompagne ce processus. Bien qu'il reconnaisse que la transposition didactique des savoirs savants demeure une contrainte incontournable, et qu'elle demande une grande vigilance pour éviter de dénaturer les savoirs, Astolfi (2008) s'étonne toutefois du changement de statut de la transposition entre Verret d'une part, et Chevallard et Johsua d'autre part.

« Pour Verret, les savoirs scolaires sont sélectionnés, transformés, dénaturés, et finalement dépouillés de tout ce qui les rattachait à leurs conditions réelles de

production. Or, curieusement, Chevallard transforme cette entreprise de critique radicale [...] en une sorte de légitimation de l'autonomie des savoirs scolaires. » (Astolfi, 2008, p. 49)

Pour éviter de déposséder un savoir de son contexte théorique et de laisser pour compte les questions qui intéressent les apprenants, Astolfi (2008) suggère plutôt aux enseignants de proposer un aperçu d'un savoir susceptible d'ouvrir l'apprenant à ses différentes perspectives. Il évoque cette distinction mise en lumière par Lelièvre (1996) entre élémenter et abréger un savoir. Élémenter consiste à exposer un savoir de manière à susciter l'intérêt chez l'apprenant. Astolfi (2008) insiste sur cette « mise en bouche » afin de proposer au lecteur les fondements d'un savoir et l'inviter à en découvrir les multiples facettes. Abréger signifie plutôt présenter un aperçu d'un savoir en insistant sur les applications liées à la vie de tous les jours et en soustrayant les éléments jugés plus complexes. Cette façon de présenter un savoir, qui consiste à le déposséder des chaînons les plus abstraits, contribue, selon Trouvé (2006, dans Astolfi, 2008), à le déposséder de sa lumière. Abréger un savoir rappelle le processus de sélection des savoirs par les concepteurs de matériel didactique qui, devant répondre aux attentes formulées dans les programmes d'étude, privilégient parfois les savoirs scolarisables au détriment d'éléments qui auraient pu enrichir la culture générale de l'apprenant et permettre une appropriation plus fine du savoir.

Si le réputé didacticien reconnaît qu'élémenter un savoir représente un processus ambitieux, à contre-courant de la pratique sociale, il demeure, selon lui, un moyen efficace pour l'apprenant d'accéder à la véritable saveur des savoirs. Pour Astolfi (2008), les savoirs sont des réponses éphémères aux questions de l'esprit, dont la construction est le fruit d'un processus complexe qui nécessite bien plus que d'empiler les découvertes. Du point de vue de l'apprenant, il s'agit de prendre un recul, d'admettre qu'on ne sait pas ce qu'on croit savoir, et de renoncer à ce qui semble évident. L'enseignant, quant à lui, doit faire un choix éclairé des exemples en ayant conscience des limites associées à l'utilisation d'exercices et de problèmes d'apprentissage pour ainsi contribuer à élargir la culture scientifique de l'élève. Ceci est cohérent avec Chevallard (1997, dans Astolfi, 2008) qui propose, à l'instar de Lakanal, une « réélémentation » des savoirs. Il s'agirait d'aborder la transposition des savoirs savants en fonction des questions qui intéressent les apprenants. Dans le contexte de la VS, cela pourrait se traduire ainsi : un concept

qui serait jugé trop abstrait pour être transposé en objet de savoir scolarisable, selon la transposition didactique, pourrait être transposé en « objet de savoir vulgarisé » s'il sollicite l'intérêt de la population. Pensons simplement aux dinosaures. Nul besoin d'être pédagogue pour reconnaître l'engouement des tout-petits pour ces grands disparus. Or, peu de temps après avoir parcouru un ouvrage documentaire, les jeunes enfants arrivent à retenir leur nom, à connaître leurs comportements et même à expliquer les causes potentielles de leur extinction. Autant de connaissances qui sous-tendent une appropriation de concepts et de phénomènes en apparence complexes pour de jeunes apprenants. Comme cette sélection des éléments de transposition s'appuie sur des enjeux qui sollicitent l'intérêt des apprenants, plutôt que simplement en fonction des attentes de programmes d'étude, les publications qui en découlent présentent un intérêt certain. Dans cette recherche, nous souhaitons élaborer un modèle didactique pour accompagner le vulgarisateur scientifique dans l'élaboration de ressources de VS susceptibles d'amener un changement conceptuel. À cet égard, nous avons passé en revue différents concepts didactiques afin d'aider un vulgarisateur scientifique à amener les jeunes lecteurs à s'approprier la science. Voyons maintenant comment les concepts didactiques retenus peuvent s'articuler entre eux.

#### **2.14.6 Vers un modèle didactique de vulgarisation scientifique**

Au cours des deux premiers chapitres de cette thèse, nous avons passé en revue certains des principaux travaux concernant le texte de réfutation, cette variante textuelle destinée à amener un changement conceptuel chez le lecteur. Nous nous sommes questionné à savoir si ce dispositif didactique, élaboré *a priori* pour permettre à des apprenants de réaliser un apprentissage dans un cadre académique, pouvait se révéler utile pour des jeunes lecteurs afin de favoriser un apprentissage scientifique dans le cadre non formel de la VS. Considérant les choix retenus par le Québec en matière de culture scientifique et technique, de même que la pertinence des réalisations de la VS, nous nous sommes intéressé à l'utilisation de telles ressources, et ce, tant dans un contexte formel que non formel. Nos recherches nous ont révélé que le texte de réfutation est efficace pour amener un changement conceptuel chez les apprenants (Guzzetti et *al.*, 1993). Toutefois, il s'avère peu présent dans la littérature jeunesse (Tippett, 2009). Conséquemment, nous avons formulé le postulat que cette variante textuelle,

élaborée jusqu'à maintenant essentiellement par des didacticiens, pourrait amener les vulgarisateurs scientifiques à proposer des textes mieux adaptés à leur jeune lectorat.

Bien qu'il existe de nombreux modèles de changement conceptuel, notamment Posner et *al.* (1982), Carey (1985), di Sessa (1993), Giordan (1989), etc., une recension de la littérature nous a permis de constater que ce sont principalement les travaux de Posner et *al.* (1982) qui sont mis à profit pour produire un changement cognitif par la lecture du texte de réfutation. Malgré les efforts apportés par Strike et Posner (1992) pour intégrer la motivation de l'apprenant au modèle de changement conceptuel, nous nous sommes tourné vers le modèle de reconstruction cognitive des apprentissages de Dole et Sinatra (1998), puisqu'il aborde différents contextes susceptibles de motiver un apprenant à réaliser un apprentissage scientifique. Dans le cadre d'éducation non formelle de la VS, nous croyons pertinent que ces contextes soient pris en compte, puisqu'un lecteur qui aborde une lecture avec une motivation personnelle à apprendre un phénomène scientifique ne fera pas nécessairement appel au même processus qu'un autre qui mène une recherche pour répondre à une question dans le contexte d'un travail scolaire, par exemple. Le modèle didactique de VS que nous proposons ici s'inspire de ces recherches, mais également de l'analyse que nous avons menée avec trois textes de réfutation, lesquels nous ont permis de considérer les concepts didactiques mis à contribution par leurs auteurs et qui pourraient s'avérer utiles pour des vulgarisateurs scientifiques visant à transposer des savoirs savants en savoirs vulgarisés.

Pour reprendre l'idée des deux étages de transposition élaborée par Chevallard et Johsua (1991), nous pourrions décrire le passage d'un objet de savoir à un objet de savoir vulgarisé, en passant par un objet de savoir à vulgariser. Dans le contexte particulier de la VS, la noosphère serait moins formalisée puisque, rappelons-le, la VS est d'abord destinée à l'espace du loisir et qu'elle ne répond pas à des normes de certifications (Jacobi et *al.* 1990). Néanmoins, différents travaux de recherche, dans des domaines aussi variés que la communication scientifique et la didactique des sciences et du français, pourraient contribuer à influencer le processus de transformation du discours scientifique. Comme l'évoquent Jacobi et Schiele (1988), bien que la VS produise de nombreuses publications chaque année, la pratique vulgarisatrice réfléchit bien peu sur elle-même. Puisqu'elle diffuse la culture scientifique auprès d'un large public, qu'elle exerce une

influence sur les conceptions des apprenants (Jacobi, 2005) et que sa formulation, sur le plan linguistique (terminologique, sémantique et syntaxique), influence la compréhension de texte des lecteurs, nous croyons que les données issues des recherches menées au sein de ces trois domaines pourraient contribuer à dynamiser la communication entre le vulgarisateur et le lecteur. Également, les travaux des vulgarisateurs et des scientifiques contribuent à formaliser des modèles et analogies qui font école, et qui sont couramment repris par les vulgarisateurs contemporains. On a qu'à penser au réputé physicien Stephen Hawking (2007) qui, dans un langage d'une simplicité désarmante, a décrit les trous noirs, le Big bang et les théories du cosmos dans *Une brève histoire du temps*. Que dire aussi de l'analogie du gâteau aux raisins pour illustrer l'univers en expansion, imaginée par le biochimiste et vulgarisateur Isaac Asimov? Ou encore, l'explication de la baisse du niveau au baseball pour aborder la difficulté d'interpréter l'évolution d'un phénomène, par Stephen Jay Gould? Autant d'influences qui contribuent à façonner le travail du vulgarisateur scientifique.

Nous présentons à la figure 8 de la page 127 le processus de transposition du savoir savant en savoir vulgarisé. Prenons l'exemple d'une découverte scientifique pour comprendre le processus. Récemment, des généticiens ont élucidé le mystère du génome de l'ornithorynque. Ils ont repéré des gènes responsables de la production du venin, héritage de ses ancêtres reptiles, des gènes responsables de son électroperception et d'autres responsables de la lactation et de la ponte. Cette découverte permet d'alimenter nos connaissances sur cette espèce, de mieux comprendre l'évolution des êtres vivants et d'introduire la classification phylogénétique, qui retrace l'histoire des êtres vivants à partir de leur profil génétique et des liens de parenté entre les espèces. La première tâche du vulgarisateur qui souhaite concevoir une ressource de VS en lien avec cette découverte, consiste d'abord à dégager les éléments qui pourraient intéresser un lecteur potentiel, disons un élève de troisième cycle du primaire (élémentation). Le lecteur pourrait se demander si cette découverte permet de relier génétiquement ce mammifère à la classe des reptiles<sup>63</sup> ou des oiseaux, par exemple. En interrogeant un petit groupe d'enfants de cet âge sur les caractéristiques des animaux de chaque classe (décontextualisation), puis en leur présentant les attributs de l'ornithorynque, le vulgarisateur pourrait recueillir les conceptions

---

<sup>63</sup> Qui n'existe cependant pas dans la classification phylogénétique.

des apprenants de ce niveau. Ces conceptions pourraient être de différents ordres. Par exemple, certains pourraient croire qu'il est impossible qu'un mammifère pondre des œufs, ou encore que les oiseaux sont entièrement différents des reptiles, etc. (Thouin, 2001). Comme dans le modèle de reconstruction cognitive des apprentissages de Dole et Sinatra (1998), cette étape donnera un aperçu au vulgarisateur de la « force » de cette conception dans la tête de l'apprenant : il pourra aussi considérer la « cohérence » des liens qui unissent ses conceptions avec ses connaissances et « l'engagement » qu'il ressent envers ses conceptions. Le vulgarisateur pourrait aussi tirer les conceptions alternatives fréquentes d'un ouvrage de didactique des sciences, mais cette perspective paraît moins riche, puisqu'elle ne permet pas au vulgarisateur d'avoir accès aux idées qui animent un apprenant. Puis, chaque enfant serait appelé à élaborer une carte conceptuelle individuelle des différents concepts en jeu (mammifère, oiseau, reptile, ponte, fourrure, lactation, venin, etc.). Après avoir échangé ensemble, ils élaboreraient une carte collective de leurs conceptions. À l'instar de Dole et Sinatra (1998), nous reconnaissons la pertinence de demander aux apprenants de réaliser une carte conceptuelle afin de comprendre comment ils appréhendent les concepts et les liens qu'ils entretiennent entre eux. Concrètement, le vulgarisateur pourrait discuter avec l'enfant de ses conceptions alternatives, et ce remue-ménages d'idées permettrait à l'enfant d'écrire les différents concepts qui s'articulent autour de ses conceptions. De son côté, le vulgarisateur pourrait aussi élaborer une carte conceptuelle à partir des conceptions recueillies au sein d'ouvrages. En imaginant une carte présentant les concepts à faire découvrir au lecteur, le vulgarisateur serait à même d'identifier un parcours en s'appuyant sur ses conceptions alternatives pour amener l'apprenant à s'approprier progressivement un savoir. Par la suite, le vulgarisateur pourrait questionner chaque enfant sur ses motivations à surmonter ses propres conceptions pour réaliser un nouvel apprentissage (Dole et Sinatra, 1998). Par exemple, si le jeune lecteur ressent une insatisfaction à l'égard de ses conceptions lorsqu'intervient une nouvelle idée qui bouleverse ses modèles explicatifs, le vulgarisateur pourra le questionner et ainsi mieux envisager comment articuler son texte pour présenter cette incompatibilité entre les idées exprimées par le lecteur et celles qui ont été nouvellement introduites par la présentation d'un savoir. Puis, en considérant le niveau de scolarité du public cible, le concepteur de VS pourra composer un texte qui s'appuie à la fois sur le stade de développement de l'apprenant visé et sur son niveau linguistique. Par le fait même, il considérera la problématique à introduire, en l'occurrence la découverte du génome



complexe de l'ornithorynque, pour proposer un niveau de formulation approprié. Parallèlement, en ayant en tête la structure du texte de réfutation, le vulgarisateur imaginera une séquence pour présenter la conception alternative, la réfutation et la conception validée par la communauté des chercheurs. Enfin, le vulgarisateur recontextualisera les différents concepts en présentant la découverte des généticiens. Chemin faisant, il présentera cette découverte dans son contexte, soit l'élucidation du génome de différents animaux, qui permet de retracer leur place dans l'évolution et d'assister à l'émergence de la classification phylogénétique. Il présentera les chercheurs qui sont derrière cette découverte, et le rapport entre les concepts de gène, de génétique et de génome, etc. Dans leur modèle de reconstruction cognitive des apprentissages, Dole et Sinatra (1998) proposent quatre caractéristiques susceptibles d'encourager un changement conceptuel. Ainsi, si le concepteur propose un texte compréhensible, qui apparaît plausible et cohérent pour le lecteur, s'il fournit un argumentaire convainquant ou crédible, voilà autant de variables qui militent en faveur d'un changement conceptuel et qui pourraient permettre au vulgarisateur de valider le savoir qu'il a composé. Au terme du processus, le vulgarisateur aura élaboré un outil qui prend appui sur les conceptions alternatives du lecteur visé et qui, selon le niveau d'engagement du lecteur, pourra amener un changement conceptuel (Dole et Sinatra, 1998).

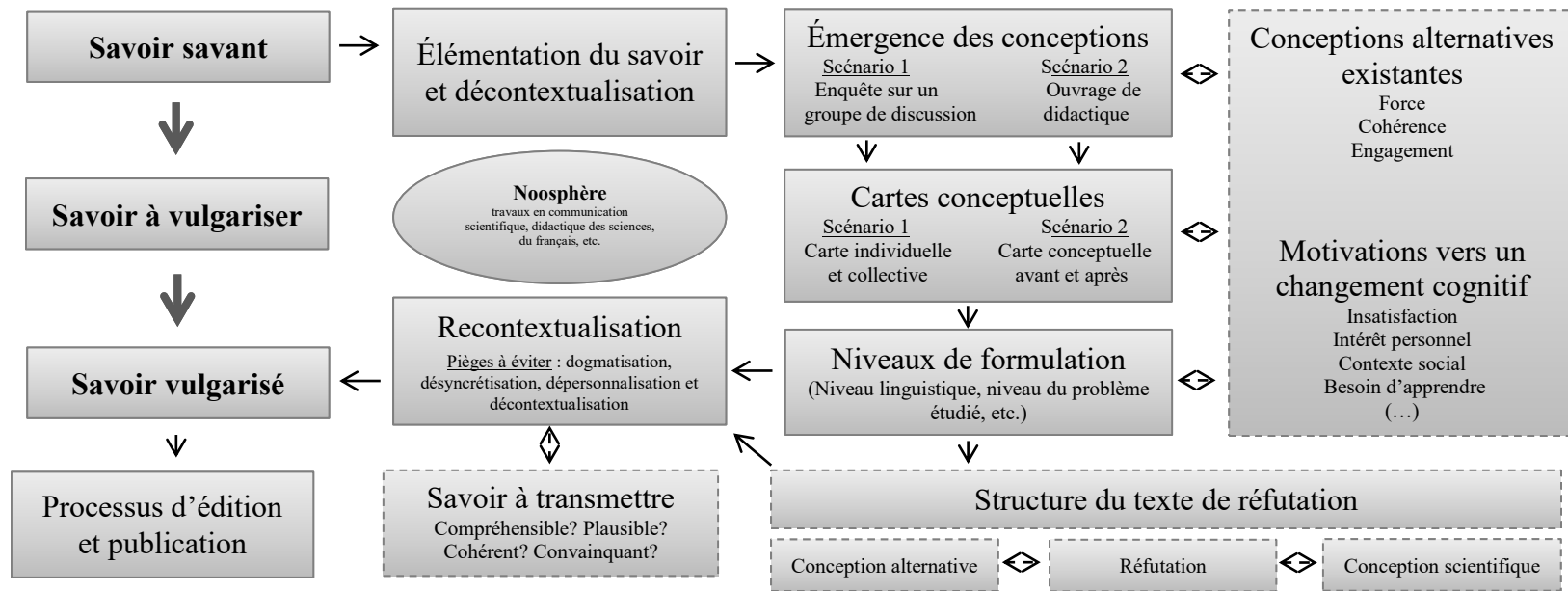


Figure 8 : Processus de transposition du savoir savant en savoir vulgarisé pour amener un changement conceptuel élaboré (issu de la problématique et du cadre conceptuel de cette thèse)

## 2.15 Sous-question de recherche

Notre modèle étant principalement inspiré de la recension des écrits et des résultats de recherches en didactique, nous concevons qu'il devra faire l'objet d'une appropriation par les vulgarisateurs. Ces intervenants étant issus de différents milieux, on peut donc s'attendre qu'ayant évolué au sein de différentes sphères de l'activité scientifique, ils aient différentes formations académiques, en plus d'un bagage d'expériences variées. En conséquence, nous ne souhaitons pas proposer une méthodologie qui placerait le chercheur en position de former des vulgarisateurs scientifiques comme dans le cadre d'une recherche-formation. Toutefois, nous nous interrogeons à savoir si ce modèle ne pourrait pas profiter aux différents intervenants, tout autant qu'être enrichi de leurs pratiques. En ce sens, tenant compte de notre question de recherche, nous formulons la sous-question suivante :

- Quelles démarches permettraient aux vulgarisateurs scientifiques de s'approprier notre modèle provisoire, de le tester et de l'enrichir afin qu'ils puissent élaborer des publications mieux adaptées aux conceptions des jeunes lecteurs?

Comme ils nous ont permis de cerner la problématique, d'envisager différentes solutions provisoires et d'élaborer une version préliminaire d'un modèle, les deux premiers chapitres de cette thèse constituent des étapes déterminantes de notre méthodologie. Une fois mise à l'essai, la collaboration d'acteurs de premier plan de la VS devrait permettre de préciser les enjeux et les contraintes auxquels font face les vulgarisateurs issus des différents milieux de la communication scientifique et d'améliorer le modèle initial. Par le fait même, ce travail de concertation permettra de mettre à l'avant-scène les mécanismes d'apprentissage des jeunes lecteurs, qui doivent être pris en compte dans l'élaboration de ressources qui leur sont dédiées. Au terme de cette recherche, nous pourrons exposer les apports et les limites d'un tel modèle didactique. De plus, nous serons à même d'évaluer les conditions à mettre en place pour permettre à ce modèle d'accompagner les vulgarisateurs scientifiques dans leur travail. Avant toute chose, penchons-nous d'abord sur les méthodes de recherche qui pourront nous guider dans ce travail.

## CHAPITRE 3 : CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Bien que la didactique et la VS soient des domaines aux finalités différentes, dans la première section de ce travail, nous avons postulé que des concepts didactiques pouvaient être réinvestis dans le cadre non formel de la VS. Dans ce troisième chapitre, nous nous proposons de développer un modèle de VS qui permette aux vulgarisateurs de concevoir des ressources qui respectent les mécanismes d'appropriation de la science des jeunes lecteurs. Nous présentons ici deux familles de modèles qui pourraient s'avérer pertinents pour élaborer notre modèle de VS. Nous énonçons les caractéristiques de chacun, de même que leurs apports respectifs, afin d'identifier celui qui permettrait le mieux de répondre aux attentes inhérentes à notre tel modèle. Puis, nous détaillons le déroulement de la recherche, l'échantillonnage et la cueillette des données.

### 3.1 La recherche et le développement<sup>64</sup>

Selon Godin (2006), au sein des pays occidentaux, ce sont les États-Unis qui ont été les premiers à s'intéresser à chiffrer statistiquement les recherches menées en sciences et technologie, dès les années vingt. Si les deux guerres mondiales ont permis aux différents pays d'utiliser des stratégies parallèles pour évaluer leurs recherches, ce n'est que quarante ans plus tard qu'ils se doteront officiellement d'un outil pour mesurer statistiquement et économiquement les recherches. En effet, c'est en 1962, avec la publication du Manuel de Frascati<sup>65</sup>, par l'OCDE<sup>66</sup>, qu'on se dote enfin d'une même définition de la recherche et du développement (Godin, 2006). Selon le Manuel de Frascati :

« [...] la R&D expérimentale englobe les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour de nouvelles applications. Le terme R&D recouvre trois activités : la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement expérimental » (OCDE, 2002, p. 34)

---

<sup>64</sup> Que nous désignerons par l'acronyme R&D.

<sup>65</sup> Référence méthodologique qui permet d'étudier statistiquement les activités en R&D à travers le monde.

<sup>66</sup> Organisation de coopération et de développement économiques

Dans le domaine de l'éducation, Van der Maren (2006) préfère parler des enjeux liés à la recherche plutôt que la traditionnelle typologie de recherche fondamentale et appliquée. Il identifie quatre principaux enjeux : nomothétiques, politiques, pragmatiques et ontogéniques.

### **3.2 La R&D en éducation**

À la même époque, en 1966, dans le *Far West Regional Laboratory for Educational Research and Development* débutent les premiers travaux de R&D en éducation (Borg, 1987). Alors en charge du programme de formation des maîtres, Borg s'intéresse à certaines lacunes observées dans l'enseignement des étudiants stagiaires. Il note, entre autres, le peu de rétroaction dont ceux-ci bénéficient après une période d'enseignement. Lui et ses collègues élaborent donc des mini-leçons afin d'aider les étudiants à cibler les meilleures stratégies d'enseignement et les habiletés à développer. Les chercheurs prévoient aussi une rétroaction « sur mesure » qui permet aux stagiaires d'obtenir une évaluation adaptée à l'habileté qu'ils mettent en pratique. Enfin, la présentation de leçons par un enseignant expert rend encore plus concret l'exercice de chaque comportement pour le stagiaire. Puis, ils y ajoutent une dimension évaluative afin d'assurer les retombées de leur modèle, contribuant ainsi à jeter les bases d'une R&D (Borg, 1987). Le chercheur identifie différents moments clés associés à une R&D : (1) Planifier (faire une recension de la littérature, puis observer et interviewer les acteurs impliqués afin d'enrichir ses connaissances du projet à réaliser; se fixer des objectifs réalisables et imaginer un plan détaillé); (2) Développer le prototype (choisir une ou des stratégies, tester les hypothèses, modéliser); (3) Évaluer (proposer des modèles d'évaluation, procéder à une étude de faisabilité sur un petit échantillon, procéder au choix de l'évaluation, mener la collecte des données et enfin, diagnostiquer les forces et faiblesses).

On recense différentes appellations pour désigner ce type de recherche en éducation : *Development research* et *Research and development* (R&D) (Borg et Gall, 1989; OCDE, 2002), *Developmental research* (Richey et Nelson, 1996), *Recherche développement* (Cervera, 1997; Nonnon, 1993) et *Recherche de développement d'objet* (Van der Maren, 2007), *Recherche développement technologique en éducation* (Nonnon, 1993, 2002), etc. Pour Gall, Gall et Borg (2003), la R&D est un modèle conçu par l'industrie afin de développer des procédés et des

produits innovateurs qui seront par la suite testés, évalués et adaptés afin de correspondre aux standards de qualité désirés. Cette définition est cohérente avec celle de Legendre (2005), selon laquelle la recherche-développement vise, « par l'utilisation de connaissances scientifiques et des données de la recherche, à produire des objets ou des procédés nouveaux » (p. 1147). Van der Maren (2006) va plus loin en déclinant la recherche de développement en trois formes différentes : le développement d'objet, le développement d'habiletés personnelles et le développement de concept.

Ainsi, non seulement Van der Maren (2006) vient-il éclairer les nombreuses possibilités associées à la recherche de développement, mais il en précise même la perspective. Pour le chercheur, l'enjeu politique, qui est essentiellement de changer des comportements en vue de faire adopter de nouvelles valeurs à un public, se réalise à travers la recherche de développement. La recherche de développement visite aussi l'enjeu ontogénique, puisqu'elle peut aider le praticien à perfectionner ses habiletés et améliorer son efficacité (Van der Maren, 2006). Les travaux menés par Borg et ses collaborateurs pour aider les enseignants stagiaires à améliorer leurs habiletés s'inscrivent dans ce contexte. Par ailleurs, lorsque la recherche trouve réponse à des problèmes rencontrés sur le terrain, nous parlons alors d'enjeu pragmatique. Par exemple, après avoir ciblé un problème, l'expérimentateur peut envisager comme solution d'élaborer un matériel (un programme, un guide, une situation d'apprentissage, etc.), une approche pédagogique ou un procédé (Van der Maren, 2007). Contrairement aux enjeux politiques, les recherches aux enjeux pragmatiques ne s'intéressent pas à la valeur des théories, au « pourquoi »; elles sont davantage tournées vers les moyens à mettre en place, le « comment » (Van der Maren, 2006). Cette perspective, qui permet de trouver une solution concrète à une problématique ancrée dans la pratique, rejoint celle qui est formulée dans notre recherche. En effet, nous nous intéressons à développer un modèle de VS qui serait mis à profit, testé et bonifié par des vulgarisateurs et qui s'articulerait autour de concepts didactiques. Cette préoccupation est fondée sur le peu de place accordée aux conceptions alternatives des jeunes apprenants dans l'élaboration de publications de VS. Puisque la place des conceptions des apprenants dans l'élaboration d'un savoir est largement étudiée par les didacticiens dans le contexte de l'éducation formelle, et que des concepts didactiques (comme les conceptions alternatives, la carte et la trame conceptuelles, les niveaux de formulation, la transposition

didactique, notamment) pourraient potentiellement appuyer leur travail de vulgarisation, la recherche-développement semble présenter, *a priori*, un potentiel intéressant d'exploitation.

### 3.3 Les étapes d'une R&D en éducation

Nous nous proposons donc d'étudier cette démarche en reprenant le modèle de développement d'objet de Van der Maren (2007) et un des modèles de R&D les plus utilisés, selon Gall et *al.* (2003), soit celui de Dick, Carey et Carey (2001). Les deux modèles présentant de nombreux points communs, nous mettrons d'abord en relief les apports de chacun, de façon à concevoir comment cette famille de modèle pourrait permettre d'élaborer notre propre modèle. La figure 9 présente les deux modèles.

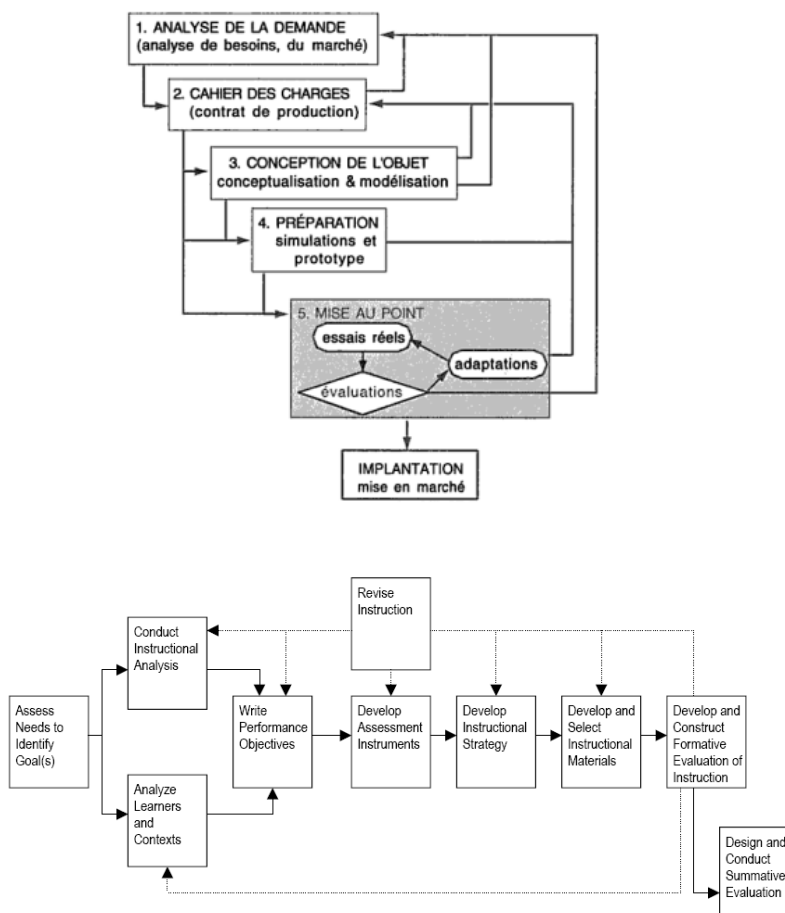


Figure 9 : Comparaison entre le modèle de recherche de développement d'objet (Source : Van der Maren, 2007, p.109) et le modèle R&D Systems Approach Model for Designing Instruction (Source : Dick et *al.*, 2001, p. 2)

### **3.3.1 L'analyse de la demande**

Pour Van der Maren (2007), la première phase consiste en une analyse de la demande : le chercheur cerne une situation problème, un besoin, qu'il souhaite combler par l'élaboration d'un objet. Pour Dick et *al.* (2001), le chercheur se questionne plutôt sur ce qu'il souhaite que le destinataire retire de l'objet élaboré (étape 1), puis il imagine chaque étape pour y arriver en identifiant les connaissances et compétences que le destinataire doit maîtriser au début du processus (étape 2). D'une manière concomitante, celui-ci se penche sur les caractéristiques du destinataire et le contexte d'utilisation de l'objet, afin de proposer une parfaite concordance (étape 3) (Dick et *al.*, 2001). Bien que le problème ne soit pas analysé dans la même optique au sein des deux modèles, les auteurs s'entendent sur l'importance de mieux connaître le destinataire et de comprendre ses besoins.

### **3.3.2 Le cahier de charges**

Après s'être intéressé au « client », le chercheur peut faire une première « ébauche du contrat de construction » en décrivant les fonctionnalités de l'objet à développer (Van der Maren, 2007, p. 113). Pour élaborer ce cahier des charges, le chercheur doit être à même de cerner ce qui est réalisable dans le contexte étudié, ce qui se formalise en établissant des priorités selon les finalités poursuivies, les contraintes rencontrées, etc. Parallèlement, l'étape 4 du modèle de Dick et *al.* (2001) propose d'élaborer des objectifs de performances qui ciblent les compétences à développer, le contexte d'utilisation et les critères de réussite du modèle. Cette étape nous apparaît particulièrement pertinente, puisqu'elle permet d'identifier des indicateurs de performance et de garder en tête, tout au long du processus, les objectifs visés.

### **3.3.3 La conception**

L'étape 5 du modèle de Dick et *al.* (2001) marque le début de la conception de l'objet. Pour les auteurs, l'objet doit être conçu à partir des objectifs élaborés ci-avant. À l'étape 6, le chercheur dégage les stratégies pertinentes pour guider l'élaboration de l'objet. Par ailleurs, Dick et *al.* (2001) suggèrent de fonder ces stratégies sur les théories et les données de la recherche et sur les caractéristiques du destinataire. Van der Maren (2007) abonde en ce sens : la phase



conception s'intéresse d'abord aux connaissances théoriques sur le sujet d'étude, afin d'en tracer un portrait global qui guidera la modélisation et en inspirera le design.

### **3.3.4 La préparation**

À l'étape 7 du modèle de Dick *et al.* (2001), les stratégies retenues permettent d'élaborer le matériel et de sélectionner les variantes les plus pertinentes. Par la suite, les auteurs précisent que des évaluations formatives sont menées afin de peaufiner le modèle (étape 8). Parallèlement, la phase de préparation de Van der Maren (2007) considère aussi différentes variantes et leur simulation.

### **3.3.5 La mise au point et la mise à l'essai**

Pour Van der Maren (2007), la dernière phase débute par la mise à l'essai clinique qui permet de tester le matériel auprès d'un petit échantillon. À l'étape 9 du modèle de Dick *et al.* (2001), il s'agit de recueillir les données de cette évaluation formative, de les interpréter afin d'identifier les difficultés rencontrées par les utilisateurs et, au besoin, de revoir les objectifs de performance fixés et les stratégies employées. Une forme statistique pourrait par la suite être envisagée afin d'évaluer l'efficacité du matériel élaboré. Selon Van der Maren (2007), dans cette phase expérimentale, il s'agirait de mettre à l'essai le prototype de matériel auprès d'échantillons expérimentaux et, de l'autre côté, auprès d'échantillons contrôles. En procédant à un prétest (avant la lecture) et posttest (après la lecture), des analyses statistiques permettraient de comparer le prototype des groupes expérimentaux et de contrôle. Si l'objet élaboré ne s'avérait pas au point, une série de chaînes évaluatives permettraient au prototype d'être vérifié et révisé (Van der Maren, 2007). La dernière étape du modèle de Dick *et al.* (2001) prévoit également l'élaboration du design final et une évaluation sommative afin d'évaluer l'intérêt de l'objet élaboré. Selon les auteurs, cette évaluation est souvent menée par un tiers et en comparaison avec d'autres modèles similaires.

## **3.4 Les apports et les limites des modèles de R&D dans le contexte de cette recherche**

Les deux modèles de R&D que nous venons de présenter peuvent être adaptés à différentes réalités propres au vaste domaine de l'éducation. Au regard de notre problématique, le modèle

de développement d'objet de Van der Maren présente certains avantages. D'abord, l'analyse de la demande permet au chercheur de considérer la nature et l'éventail des besoins. Van der Maren (2007) précise d'ailleurs l'importance de cette étape en rappelant qu'elle peut faire l'objet à elle seule d'une recherche-action ou d'une recherche évaluative menée au préalable par le chercheur. Par la suite, le cahier de charges se présente comme une réponse au problème formulé dans la pratique (Van der Maren, 2007). Pour le chercheur, cette étape est délicate, car il s'agit d'assurer un arrimage entre les besoins rencontrés sur le terrain et les principales orientations à mettre en place. Une connaissance du contexte, des acteurs, des procédés, des ressources disponibles et des bénéficiaires permet de mieux définir la problématique de recherche et d'envisager les pistes d'intervention. De son côté, le modèle de Dick et *al.* (2001) ne mise pas sur une étude approfondie des besoins, ce qui pourrait potentiellement amener le chercheur à dériver du problème en cours de route. En revanche, ce modèle se fonde plutôt sur des objectifs de performance observables qui définissent clairement ce qui est attendu du destinataire. Le modèle que nous souhaitons élaborer devrait comprendre de tels objectifs, qui permettraient de préciser le rôle du vulgarisateur à chaque étape de l'élaboration d'une ressource de VS. Aussi, dans le modèle de Dick et *al.* (2001), comme les stratégies d'action s'appuient sur la théorie et les données de la recherche, le chercheur peut assurer une mise à jour des objectifs tout au long du processus de développement du modèle. Ce sont ces mêmes stratégies qui permettent de jeter les bases du modèle et d'envisager des variantes. Bien que les étapes des deux modèles de R&D que nous avons décrites semblent réalisables dans le cadre de cette recherche, leur mise à l'essai présente toutefois des défis considérables. D'un côté, Van der Maren (2007) suggère de mener une première mise à l'essai clinique sur un nombre réduit d'individus, pour ensuite apporter des correctifs au modèle et le soumettre enfin à des chaînes évaluatives sur des échantillons statistiques. De l'autre, Dick et *al.* (2001) proposent différents niveaux d'évaluation formative sur de petits échantillons, et une évaluation sommative. Dans les deux scénarios, le chercheur recourt d'abord à une approche qualitative afin d'améliorer le prototype, puis à une approche quantitative pour évaluer la transférabilité du modèle. Selon Gall et *al.* (2003), une R&D nécessite des ressources (humaines et financières) considérables qui sont difficilement envisageables dans le cadre d'études supérieures. En ce sens, si recourir à une approche quantitative permet d'inférer des caractéristiques d'une population à partir d'un échantillon, encore faut-il que celui-ci soit représentatif de la population. Pour être représentatifs, les

échantillons de vulgarisateurs scientifiques et d'élèves devraient donc tenir compte des caractéristiques de la population (proportions des sexes, représentation socioéconomique, etc.), ce qui pourrait s'avérer difficile à rassembler, compte tenu des ressources humaines et financières limitées dont nous disposons. De plus, les nombreuses chaînes évaluatives de la phase de mise au point pourraient amener la recherche à s'étirer dans le temps, ce qui pourrait occasionner la perte de sujets. Gall et *al.* (2003) suggèrent aux étudiants qui décideraient de s'engager dans une R&D de limiter les étapes pour raffiner le modèle. Avant de retenir définitivement le type de recherche, considérons un modèle qui se présente de plus en plus comme une alternative au modèle classique de R&D, le modèle *Design Experiment*<sup>67</sup>.

### **3.5. Le modèle *Design Experiment***

Qui a dit que pour solutionner un problème, il fallait l'extraire de son milieu, tester des solutions possibles et l'y réintroduire par la suite? Est-ce envisageable d'étudier une problématique en contexte? Et si la solution à une difficulté qui afflige le monde de l'éducation pouvait être inspirée par les mécanismes de contrôle d'une chaîne de montage?

Introduite dans les années 1980, l'ingénierie didactique est une méthode de recherche qui permet de remettre en question des réalisations didactiques menées en classe à partir de procédés issus de l'ingénierie. Selon Artigue (1988), dans sa profession, l'ingénieur se réfère aux connaissances de son domaine pour élaborer un projet et, dans le but d'innover, il explore des problématiques complexes qui l'amèneront à considérer de nouveaux procédés. L'ingénierie didactique conçoit des expérimentations en classe, où se succèdent une analyse préalable, une conception, une expérimentation et une analyse ultérieure, la validation étant basée sur la comparaison entre les différentes analyses (Artigue, 1988). Pour la chercheuse, la phase d'analyse est significative, car elle permet non seulement de vérifier comment les différents leviers ciblés ont une emprise sur les comportements des apprenants, mais aussi de formuler les hypothèses. La phase conception permet au chercheur de cibler les objectifs qu'il entend réaliser au regard de la problématique. À la phase d'expérimentation, le chercheur teste les solutions

---

<sup>67</sup> Le modèle *Design Experiment* (que nous désignerons par l'acronyme DE) est souvent répertorié sous l'appellation générique Design-Based Research.

envisagées selon les variables micro-didactiques et macro-didactiques ciblées, et recueil de traces d'élèves. La phase d'analyse qui suit permet d'intégrer les données et de mener une validation interne (Artigue, 1988). Pour l'élaboration de notre modèle de VS, cette méthodologie présente un intérêt, puisqu'elle permet d'étudier la complexité de cette communication rompue entre le vulgarisateur et son lecteur, dont nous avons déjà traité. Par exemple, le fait de considérer des variables macro-didactiques (comme les contraintes liées au travail de vulgarisateur : temps, ressources, etc.) et des variables micro-didactiques (les obstacles à la compréhension d'un texte pour l'apprenant : conceptions alternatives, niveaux de formulation des concepts, etc.) permet d'envisager la relation vulgarisateur et lecteur dans toutes ses nuances. En revanche, l'absence de prescriptions claires quant à la façon de confronter les deux phases d'analyse nous incite à continuer notre exploration au sein de cette famille de modèle.

Parallèlement, depuis le début des années 1990, avec les travaux de Brown, Collins, Pea et Hawkins, un nombre grandissant de chercheurs en éducation recourent également aux méthodes propres au champ de l'ingénierie et du design pour élaborer des interventions (Kelly, 2003). Comme l'évoquent Kelly, Lesh et Baek (2008), en préface de leur ouvrage *Handbook of design research methods in education*, alors que les procédés du design se démarquent généralement par leur dynamisme et leur créativité pour résoudre des problèmes, la recherche mise plutôt sur des méthodes rigoureuses et une organisation systématique pour élaborer des théories. Associer le design et la recherche permet donc d'envisager la création de solutions novatrices, tout autant que le développement de nouveaux savoirs dans le domaine de l'éducation (Kelly et al., 2008). Pour Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer et Schauble (2003), les deux champs contribuent à mieux comprendre l'environnement d'apprentissage.

« DE have both a pragmatic bent –engineering particular forms of learning –and a theoretical orientation– developing domain-specific theories by systematically studying those forms of learning and the means of supporting them (...) DE ideally result in greater understanding of a learning ecology –a complex, interacting system involving multiple elements of different types and levels– by designing its elements and by anticipating how these elements function together to support learning. DE therefore constitute a means of addressing the complexity that is a hallmark of educational setting. » (Cobb et al., 2003, p. 9)

Et cet environnement d'apprentissage est le fruit d'une pratique réflexive dans laquelle les élèves, les enseignants et les chercheurs sont engagés, selon Brown (1992). Qui plus est, l'environnement d'apprentissage intègre à la fois la problématique, les différents intervenants impliqués, leurs interventions et les instruments qu'ils mettent à profit, autant d'éléments liés entre eux et qui doivent être pris en compte dans l'élaboration d'une éventuelle théorie du design (Cobb et *al.*, 2003). Or, pour les besoins de cette recherche, pourrait-on envisager de construire un modèle de VS en collaboration avec les vulgarisateurs scientifiques, élaborer des ressources sur le terrain et les tester auprès des jeunes lecteurs? Pour répondre à ces questions, tournons-nous vers le modèle de design, et plus particulièrement vers le modèle DE. Middleton, Gorard, Taylor et Bannan-Ritland (2008) proposent un modèle complet de design en sept phases, inspiré du modèle classique de recherche (en quatre phases) auquel sont ajoutées des phases qui permettent de concilier les éléments de l'environnement. La figure 10 présente ce modèle complet de design.

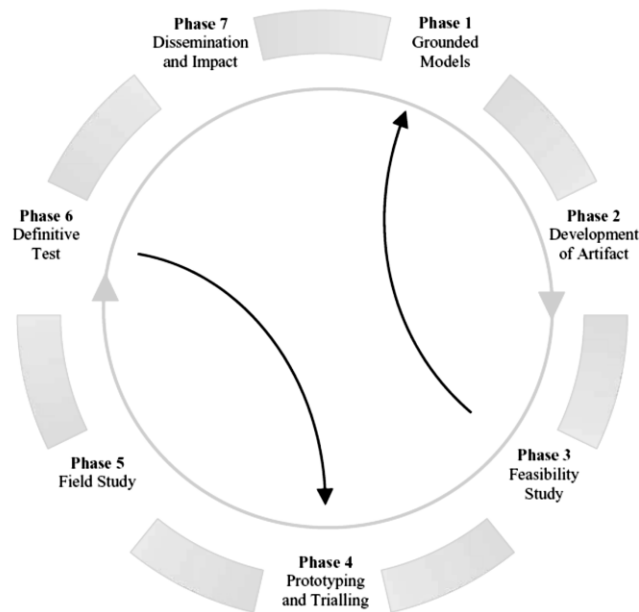


Figure 10 : Sept phases d'un modèle complet de design  
(Source : Middleton et *al.*, 2008., p. 32)

Les chercheurs attestent que, traditionnellement, une démarche de recherche comprend quatre phases : l'identification du problème (phase 1 sur la figure 10), la conception de solutions possibles (phase 2), la mise à l'essai de la solution retenue (phase 6) et l'implantation de la solution (phase 7). Pour que les données de la recherche puissent être transposées dans différents contextes, la mise à l'essai d'une solution exige du chercheur qu'il circoncrive l'effet d'une variable sur laquelle il intervient, qu'il choisisse les participants d'une manière aléatoire et qu'il prévoie un groupe contrôle (Middleton et *al.*, 2008). Cette méthode de recherche, qui propose une approche essentiellement quantitative, ne permet toutefois pas, à elle seule, de se pencher sur des problèmes complexes. Un chercheur qui s'intéresse aux difficultés d'apprentissage, par exemple, doit tenir compte de nombreux facteurs, dont les conceptions préalables des apprenants, les modes de transmission, le contexte d'appropriation, la disposition des apprenants à recevoir un enseignement, le dynamisme du pédagogue, etc. Pour solutionner de telles problématiques, l'approche qualitative permet d'étudier et de documenter le contexte et les interrelations entre les acteurs impliqués. Aux quatre phases du modèle classique viennent donc s'ajouter trois phases, qui visent à documenter pas à pas l'élaboration du prototype. Le chercheur peut ainsi mieux s'enquérir des moindres étapes qui permettront à l'objet élaboré d'être utile au regard de la problématique. Ces phases constituent le modèle DE.

Pour Middleton et *al.* (2008), la première phase du modèle consiste à cerner le problème et les référents théoriques afin de formuler les hypothèses ou les questions de recherche. Les chercheurs insistent sur l'importance de la recension de la littérature qui permet, pour reprendre leur métaphore, de former la base de la « soupe primitive par laquelle jaillit la clarté » (Middleton et *al.*, 2008, p. 27). Par la suite, une première version de l'objet est envisagée. Afin de la tester, des critères scientifiques sont sélectionnés. Puis, il s'agit de concevoir une première forme de modèle. D'une façon générale, le chercheur peut aussi décider de ne procéder qu'à une portion du modèle de design, caractérisée par les phases 3 à 5, appelée modèle DE. Le processus en trois phases du modèle DE permet au chercheur d'étudier en profondeur l'élaboration d'un objet en cours d'expérimentation (Cobb et *al.*, 2003). D'abord, le chercheur procède à une étude de faisabilité du premier objet fabriqué (phase 3). Il peut mener des entrevues auprès des participants ou faire des observations sur le terrain afin d'évaluer les effets de l'intervention menée (Middleton et *al.*, 2008). Du point de vue des utilisateurs de l'objet, cela permet d'avoir

une première impression de l'intervention en cours. Selon les données recueillies, le chercheur peut soit décider de retourner à la phase initiale (phase 1) afin d'étudier le problème et le cadre théorique, soit passer à la phase 4, ou encore faire avorter la recherche (Middleton et *al.*, 2008). Selon Gorard, Roberts et Taylor (2004), le modèle DE présente l'avantage de pouvoir être initié par un objet jugé inefficace.

### **3.6 Les contributions du modèle DE au modèle de R&D**

Sur le plan méthodologique, le modèle complet de design présente plusieurs points communs avec une R&D. D'abord, les deux modèles sont préoccupés par des problématiques concrètes, et cherchent à élaborer des solutions appropriées au contexte. Ces modèles misent également sur une recension des écrits pour organiser leurs stratégies, ils procèdent à une phase de conception et ils passent par plusieurs cycles de mise à l'essai avant de diffuser un produit. Plus spécifiquement, le modèle DE s'intéresse aux intervenants, aux instruments qu'ils utilisent et à leurs interactions au sein d'un environnement d'apprentissage qu'il scrute dans ses moindres recoins. Alors que l'adaptation de notre modèle de VS dans le cadre d'une recherche de développement d'objet s'appuie principalement sur un enjeu pragmatique, l'adaptation d'un modèle DE possède à la fois des enjeux pragmatiques et théoriques. Il place également le chercheur en position de développer des théories qui mèneront à la réalisation de prototypes (Cobb et *al.*, 2003). Plus encore, ce modèle cherche à mieux comprendre les liens qui unissent la théorie, l'objet produit et la pratique (Design-Based Research Collective, 2003). Des considérations qui nécessitent d'être étudiées pour la construction de notre modèle de VS.

Pour Cobb et *al.* (2003), l'objet développé dans le contexte particulier d'un modèle DE permet de tirer profit des résultats de recherches antérieures et de les engager dans un processus de réingénierie, dans lequel des approches novatrices sont testées au sein même de l'environnement d'apprentissage. En permettant aux vulgarisateurs d'observer les retombées des ressources de VS sur l'apprentissage des différents utilisateurs (les jeunes lecteurs), puis en les amenant à co-élaborer un modèle qui prend appui sur des concepts didactiques et qui se construit à partir de la rétroaction des lecteurs, le modèle DE, adapté aux fins de notre recherche, permet de générer un contexte riche d'apprentissages. D'abord, dans ce modèle, le chercheur fait équipe avec les

intervenants du milieu; il se dégage alors une même préoccupation de la part de tous ces intervenants (Design-Based Research Collective, 2003). Dans la lignée d'une recherche-action, le modèle DE vise à permettre au praticien de prendre en charge les problématiques et de s'approprier les tenants théoriques afin d'imaginer et de tester des solutions concrètes. En ce sens, Gorard et *al.* (2004) insistent sur la structure organisationnelle d'un modèle DE qui reconnaît l'importance des utilisateurs (dans notre cas, il s'agit des vulgarisateurs) et leur permet d'influencer l'élaboration de l'objet. Ainsi, le modèle de DE permettant au chercheur d'évoluer au sein des intervenants du milieu, il s'en dégage inévitablement un objet adapté aux réalités du terrain. Par exemple, lors de l'étude de faisabilité d'une recherche-développement d'objet (à la phase de préparation), c'est le chercheur qui rejette les simulations au regard des contraintes et demandes formulées dans le cahier des charges (Van der Maren, 2007). Lors de l'étude de faisabilité du modèle DE, l'objet est testé et commenté à la fois l'expérimentateur et les utilisateurs (les vulgarisateurs scientifiques), d'après Middleton et *al.* (2008).

Également, une recherche de développement peut représenter un plus grand risque en termes de temps, d'énergie et d'argent investis, et ce, sans réelle garantie. En effet, dans une recherche de développement, il faut attendre la phase de conception pour qu'une première ébauche de l'objet soit proposée, et la simulation de prototypes pour qu'une première version soit réellement testée auprès de son destinataire. Autant de phases qui pourraient s'avérer vaines si l'objet n'était pas jugé efficace au regard de la problématique. De son côté, le modèle DE s'affaire, d'entrée de jeu, à comprendre comment un objet est mis à profit par l'utilisateur, et comporte des cycles répétitifs de mise à l'essai auprès de petits groupes choisis dans l'environnement pour tester le prototype. D'ailleurs, pour Middleton et *al.* (2008), ces phases permettent d'assurer l'efficacité de l'objet, le prototype étant mis à l'essai dans l'environnement choisi jusqu'à ce qu'il rencontre les exigences souhaitées. De plus, dans une recherche de développement, l'objet jugé inefficace est rejeté, alors qu'il fait plutôt partie de la solution dans un modèle DE. Pour Gorard et *al.*:

« Where laboratory experiments may never indicate why a particular artefact or intervention is ineffective (only that it is ineffective), the changes that are necessary to move from an ineffective to an effective design in a DE may well illuminate the sources of the original design's failure. » (2004, p. 580)



Également, cette mise à l'essai sur un petit échantillon d'apprenants représente un avantage significatif du modèle DE sur une recherche de développement d'objet, puisqu'elle permet d'étudier et de documenter au sein même de l'environnement d'apprentissage chaque moment de la transformation du discours, avant de passer à une mise à l'essai sur un échantillon plus large. Pour Cobb et *al.* (2003), ce processus répétitif d'action-réaction-réflexion, propre au modèle DE, exige une grande sensibilité de la part du chercheur, afin qu'il puisse détecter tout changement dans l'environnement. On ne saurait donc minimiser l'importance de l'environnement, ou du contexte d'apprentissage, dans un modèle DE. Étudier l'évolution d'un objet à l'intérieur même de cet environnement permet au chercheur de développer un modèle solide qui pourra, par la suite, être transposé à la phase 6 du modèle de design, selon Middleton et *al.* (2008). Si les modèles de recherche de développement et de design recourent tous deux à une approche qualitative pour documenter les mises à l'essai des prototypes, et à une approche quantitative pour évaluer leur transférabilité, le modèle DE s'intéresse spécifiquement à la richesse qui se dégage du contexte d'apprentissage et aux acteurs qui y évoluent, afin de créer des objets qui seront utiles. Ce modèle sacrifie en quelque sorte la transférabilité au profit d'une meilleure compréhension de l'environnement et des échanges sur le terrain (Middleton et *al.*, 2008). Pour Cobb et *al.* (2003), puisque l'efficacité d'un objet élaboré est liée à la compréhension que les chercheurs ont de l'environnement d'apprentissage, il convient d'enregistrer chaque moment d'un modèle DE, afin de leur permettre de pouvoir mener une analyse *a posteriori*. Ces enregistrements permettront de garder une trace qui alimentera les échanges et la réflexion du chercheur et du groupe d'experts. En somme, tous ces éléments contribuent à la pertinence de la méthode DE pour l'élaboration de notre modèle de VS. La prochaine section décrit le déroulement de notre recherche en suivant les étapes de la méthode DE.

### **3.7 Le déroulement de la recherche**

Dans notre recherche, les deux premières phases ont été élaborées au sein de la problématique et du cadre conceptuel. Ainsi, après avoir mis en évidence le peu de place accordée aux conceptions alternatives des jeunes apprenants dans la littérature scientifique jeunesse, et considéré la structure du texte de réfutation comme une solution envisageable, nous nous

sommes demandé si un modèle qui prendrait appui sur ce type de texte pourrait contribuer à contourner certaines difficultés éprouvées par les publications de VS. Après nous être intéressé au domaine de la culture scientifique et technique, avoir présenté les agents de la promotion de la science et exposé les procédés permettant aux vulgarisateurs scientifiques de rendre le discours de la science accessible aux jeunes lecteurs, nous avons fait la recension des principales recherches qui se sont penchées sur le texte de réfutation. Par la suite, nous avons mis en évidence différents concepts didactiques susceptibles de mettre les conceptions alternatives des jeunes lecteurs à l'avant-scène. Enfin, l'examen de trois textes tirés de recherches récentes nous a permis de préciser la pertinence de ces concepts didactiques. En prenant en compte les besoins des vulgarisateurs scientifiques et les contextes variés dans lesquels ils évoluent, nous nous sommes interrogé sur le type de démarche qui permettrait aux vulgarisateurs scientifiques, à la fois de s'approprier un modèle didactique, et également de le bonifier par leur expérience du milieu de la VS.

Notre première version du modèle didactique de VS étant élaborée, nous avons sollicité la participation de deux vulgarisateurs scientifiques : Bruno Lamolet, rédacteur en chef de la revue *Sport Débrouillards*<sup>68</sup>, et Laurène Smagghe, rédactrice en chef adjointe de la revue *Les Débrouillards*.<sup>69</sup> Nous avons obtenu le consentement écrit des deux vulgarisateurs scientifiques qui nous ont autorisé à divulguer leur nom. À la section 3.9, qui porte sur l'échantillonnage, nous justifierons le choix de ces deux candidats. Au bénéfice de leur travail de rédaction pour *Les Débrouillards*, Bruno rédigeait un texte informatif sur le requin blanc, et Laurène un texte narratif sur le béluga. Les deux rédacteurs nous ont envoyé une copie de leur texte par courrier électronique. À partir de ces textes dits classiques, nous avons composé une version de réfutation du texte informatif sur le requin blanc, et une version de réfutation du texte narratif sur le béluga.<sup>70</sup> Puis, nous avons convié les deux rédacteurs à une première rencontre. Lors de cette rencontre, nous les avons questionnés sur leurs démarches pour vulgariser un texte : de l'idée de départ jusqu'à la publication. Puis, nous les avons interrogés sur la place des conceptions des

---

<sup>68</sup> Une revue qui aborde le sport et les sciences publiée quatre fois par année par *Les Débrouillards*.

<sup>69</sup> Les formulaires de consentement à cette recherche sont à l'annexe 11.

<sup>70</sup> Les éléments abordés dans les textes de réfutation étaient les mêmes que ceux des textes classiques (informatif et narratif) et les textes étaient de longueurs comparables.

jeunes lecteurs dans leur travail de vulgarisation. Nous leur avons exposé nos questions de recherche et présenté notre modèle didactique de VS. Par la suite, nous leur en avons présenté chaque caractéristique, de même que les procédés pour transformer le discours savant en discours vulgarisé. Afin de rendre concrète cette présentation, nous leur avons montré les textes de réfutation que nous avons composés. Également, nous leur avons présenté différents ouvrages didactiques qui recensaient les conceptions alternatives fréquentes de jeunes apprenants. Ces références pouvaient être mises à profit pour solliciter les conceptions des jeunes lecteurs au sein des textes. Par la suite, nous avons procédé à la mise à l'essai des différentes versions des textes auprès d'élèves de cinquième année du primaire. Nous exposerons à la section 3.9 les raisons pour lesquelles nous avons choisi ces sujets de recherche. Une semaine avant la lecture du texte, les 83 élèves participants<sup>71</sup> ont répondu au prétest (voir l'annexe 2). Les enseignants de chacune des cinq classes ont lu les consignes aux élèves et leur ont accordé 30 minutes pour répondre aux questions. Pendant ce temps, les autres élèves qui ne participaient pas à cette recherche complétaient des fiches d'activités complémentaires. À la fin de l'épreuve, les cinq enseignants ont ramassé les copies, les ont insérées dans une enveloppe et ont déposé le tout dans un casier à notre intention. Une semaine plus tard, en matinée, les élèves participants ont été conviés à lire le texte (voir l'annexe 3). Nous avons réparti également les quatre variantes textuelles<sup>72</sup> aux élèves participants au moyen d'une pige qui a été effectuée par la secrétaire de l'école. Puis, dans un deuxième temps, la secrétaire a procédé à une seconde pige afin de constituer les groupes d'élèves qui devaient participer aux entrevues de groupe. En tout, les noms de 24 élèves ont été pigés pour ces entrevues, soit six par variante textuelle. Les noms des élèves ont été collés sur les textes, et chaque paquet a été redistribué dans chacune des classes.<sup>73</sup> Les enseignants ont lu la consigne aux élèves et leur ont accordé 20 minutes pour la lecture du texte. Cette fois encore, les élèves qui ne participaient pas ont complété des activités supplémentaires de mathématique et de français. Après la lecture, les enseignants ont recueilli les textes et ont remis des tables d'addition et de soustraction aux élèves afin qu'ils les solutionnent pendant 15 minutes (voir l'annexe 4). Cette courte activité visait à limiter

---

<sup>71</sup> Qui ont choisi librement de participer à cette recherche, voir le formulaire de consentement à l'annexe 11.

<sup>72</sup> Texte informatif classique, texte informatif de réfutation, texte narratif classique et texte narratif de réfutation.

<sup>73</sup> Pour des raisons de confidentialité, chaque autocollant a par la suite été remplacé par un numéro d'identification aléatoire.

l'influence de la mémoire à court terme de manière à ce que les réponses aux questions soient représentatives de la compréhension des jeunes lecteurs. Puis, les enseignants ont remis les posttests<sup>74</sup> (voir l'annexe 2) aux élèves, et ces derniers ont eu 30 minutes pour répondre aux questions. À la fin de l'épreuve, les cinq enseignants ont ramassé les copies, les ont insérées dans une enveloppe et ont déposé le tout dans un casier à notre intention. Puis, nous avons recueilli les textes et les posttests de chaque élève, et les avons assemblés avec les prétests. Pendant une trentaine de minutes, soit le temps que les élèves aillent à la récréation, nous avons consulté, de concert avec les vulgarisateurs scientifiques, les réponses des six élèves qui devaient participer à notre premier groupe d'entrevue. Après la récréation, les premiers élèves ont participé à une entrevue de groupe. Nous avons d'abord accueilli les élèves qui avaient lu le texte informatif classique<sup>75</sup> sur le requin blanc pour un entretien de groupe de 60 minutes. Puis, nous avons interviewé le groupe d'élèves qui avait lu le texte informatif de réfutation sur le requin blanc. Après le dîner, nous avons passé en entrevue le groupe d'élèves qui avait lu le texte narratif classique sur le béluga, et enfin, le groupe qui avait lu le texte de réfutation sur le béluga. Chaque entrevue d'environ 60 minutes était précédée d'une pause d'une vingtaine de minutes pendant laquelle nous pouvions consulter et comparer les réponses des élèves aux prétests et posttests.<sup>76</sup> Lors de cette entrevue, nous posions les questions, nous assumions l'animation des discussions et les deux vulgarisateurs scientifiques participaient librement aux échanges avec les élèves. Les questions portaient sur leurs conceptions scientifiques de départ en lien avec les concepts abordés dans les textes, l'appropriation des différents termes utilisés et l'évolution de leurs conceptions. À la fin de la journée, une entrevue semi-dirigée de 60 minutes avec les vulgarisateurs scientifiques a été organisée. Nous avons pu recueillir leurs commentaires vis-à-vis l'évolution des conceptions scientifiques des élèves suite à la lecture des textes classiques et de réfutation, et discuter d'une éventuelle adaptation de ce modèle didactique dans leur travail. En écoutant les réponses des élèves et en échangeant avec eux, les deux vulgarisateurs ont été à même d'identifier l'importance d'énoncer une conception, de la réfuter explicitement puis de l'expliquer. En somme, l'étude de faisabilité (phase 3) a permis de

---

<sup>74</sup> Peu importe le texte lu, les posttests étaient les mêmes pour tous les élèves.

<sup>75</sup> Nous rappelons que les textes classiques ont été écrits par les vulgarisateurs scientifiques et que nous avons écrit la variante de réfutation.

<sup>76</sup> Pendant ce temps, les autres élèves participaient à des activités d'enrichissement en classe.

peaufiner le modèle au regard des rétroactions recueillies. Ainsi, nous avons décidé, entre autres, que pour bien s'approprier le modèle didactique de VS, les vulgarisateurs scientifiques devraient composer la version de réfutation et avoir accès aux conceptions scientifiques des élèves, plutôt que de simplement recourir à des ouvrages de didactique. En faisant participer des vulgarisateurs et leurs jeunes lecteurs à l'élaboration de notre modèle didactique de VS, nous avons contribué, comme le rappellent Middleton et *al.*, (2008), à proposer une approche adaptée afin de mobiliser des membres d'une même communauté autour d'un problème réel.

La phase 4, appelée *Teaching Experiment*<sup>77</sup>, peut constituer à elle seule une recherche lorsqu'un enseignant agit à titre de chercheur et qu'il travaille de concert avec une équipe de recherche à élaborer des leçons destinées à un groupe limité d'élèves, par exemple (Cobb et *al.*, 2003). À l'origine imaginée pour étudier comment les enfants apprennent les mathématiques en classe, ce modèle exige de l'enseignant qu'il revête le chapeau de chercheur pour orchestrer des situations didactiques (Steffe, 1991). Le rôle de l'enseignant dépasse donc celui du simple observateur : il organise les situations didactiques de manière à aménager un contexte favorable aux échanges. Il recrée ainsi une version réduite d'un environnement d'apprentissage, de manière à pouvoir en étudier les moindres aspects (Cobb et *al.*, 2003). Chemin faisant, il émet des hypothèses et les teste afin d'étudier les processus impliqués dans la construction des connaissances (Steffe, 1991). Dans le contexte du modèle DE, des ajustements sont apportés à l'objet par les acteurs issus de l'environnement et il s'ensuit des cycles d'élaboration, d'essais et de tests afin de peaufiner le prototype (Middleton et *al.*, 2008).

Une autre visite a été organisée à l'école afin de permettre une rencontre entre les vulgarisateurs scientifiques et six élèves pigés au hasard. Les échanges ont permis d'identifier les conceptions scientifiques des élèves sur thèmes d'une publication à venir. Lors de l'entretien, nous n'intervenons pas dans les échanges. Pour le bénéfice d'une publication sur les muscles et l'entraînement dans la revue *Sport Débrouillards*, les élèves ont été questionnés sur quatre sujets : l'origine de la douleur, la flexibilité et l'élasticité des muscles, l'adaptation des muscles à l'effort, et enfin l'enregistrement du mouvement musculaire. Au préalable, Bruno avait

---

<sup>77</sup> Nous la désignerons par l'acronyme TE.

consulté deux experts pour l'aider à préparer son texte : une physiothérapeute et ancienne olympienne, et une étudiante à la maîtrise en physiologie de l'exercice. Lors de l'entretien, chaque élève était d'abord invité à répondre à des questions individuellement et à élaborer des schémas explicatifs, puis devait partager ses conceptions avec le groupe. Cette rencontre d'environ 60 minutes a permis aux vulgarisateurs scientifiques d'avoir une bonne idée des conceptions scientifiques fréquentes des élèves concernant les quatre sujets abordés. Comme Bruno devait rédiger le texte pour le magazine, il a, dans un premier temps, écrit la version informative de réfutation. Puis, il l'a remise à Laurène, qui a écrit une version narrative de réfutation<sup>78</sup> qui, elle, ne serait pas publiée ultimement. Par la suite, ils nous ont envoyé les textes et nous avons composé les versions classiques<sup>79</sup> de chacun d'eux, en enlevant les conceptions scientifiques fréquentes et les réfutations, et en ne gardant que les explications scientifiques.

De façon similaire, les élèves ont répondu au prétest (voir l'annexe 5) une semaine avant de lire le texte. Tout juste avant la visite des vulgarisateurs scientifiques, les noms des élèves ont été pigés afin de savoir quelle variante textuelle serait attribuée à chacun, et 26 élèves ont aussi été pigés dans un deuxième temps pour déterminer qui participerait aux entrevues de groupe (six élèves : texte narratif de réfutation, six élèves : texte narratif classique, huit élèves : texte informatif de réfutation et six élèves : texte informatif classique). Ensuite, les élèves ont lu le texte (voir l'annexe 6) pendant une vingtaine de minutes, puis ont répondu à des tables d'addition et de soustraction pendant 15 minutes, avant de répondre au posttest (voir l'annexe 5) pendant environ 60 minutes. Pendant la récréation, nous avons pris connaissance des réponses des élèves. Au retour, nous avons commencé les entrevues de groupe. Cette fois, le déroulement des entrevues était différent. En effet, afin d'avoir une meilleure prise sur l'évolution des conceptions des élèves, les entrevues de groupe ont été divisées en deux temps. D'une part, chaque élève était séparé physiquement des autres par un isoloir. Il recevait une copie vierge du texte lu et trois surligneurs fluorescents. Un surligneur jaune permettait aux élèves d'identifier un passage qui contredisait leurs idées de départ. Un surligneur rose leur permettait de mettre en évidence les passages qui les aidaient à bien comprendre une nouvelle notion abordée. À

---

<sup>78</sup> Les éléments abordés dans le texte narratif de réfutation étaient les mêmes que ceux de la version informative de réfutation. Les textes étaient de longueurs comparables.

<sup>79</sup> Idem.

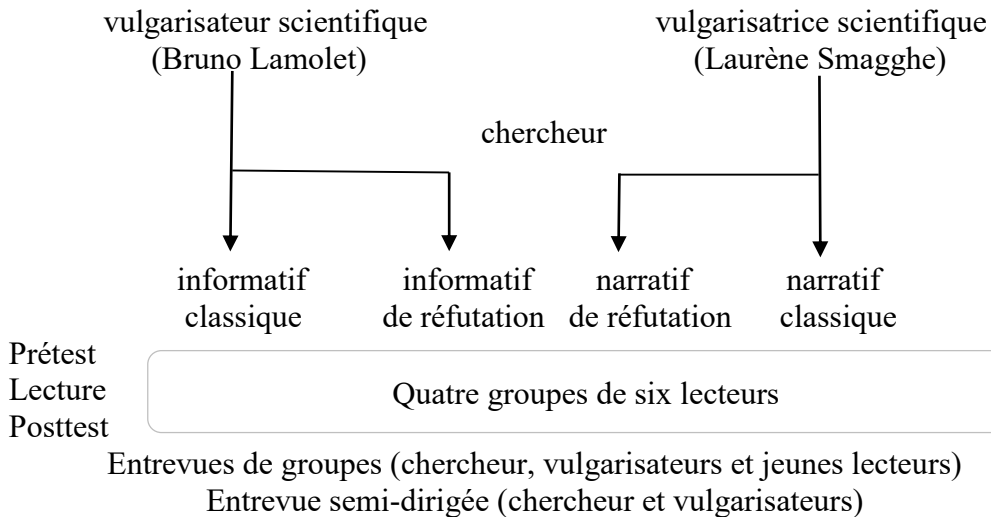
l'inverse, un surligneur bleu identifiait ce qui n'était pas clair, et les élèves étaient aussi invités à encadrer les mots qui constituaient des bris de compréhension pour eux. Concrètement, nous avons invité les élèves à relire chacune des quatre parties du texte avec les surligneurs en main. La fonction de chaque surligneur était écrite au tableau, et nous la leur rappelions tout au long du processus. Dans un deuxième temps, en abordant chaque partie du texte, les élèves étaient invités à partager avec les autres chaque élément surligné. Le fait d'être ainsi isolé pour la première partie de l'entrevue permettait à chaque lecteur de repenser au déroulement de sa lecture, d'identifier les difficultés rencontrées, les points tournants, etc. Ceci a permis d'alimenter et d'enrichir les discussions, et ultimement d'éviter d'arriver à des faux consensus. En effet, lorsqu'un élève explique sa pensée au groupe, il est tentant pour les autres de vouloir se rallier à ses idées ou à ses arguments s'ils semblent pertinents ou convaincants. Ainsi, en ayant chacun des traces écrites auxquelles se rapporter, chacun pouvait plus aisément amener le groupe dans ses « propres tranchées » et exposer son cheminement. Ensuite, nous avons passé en revue une question à développement dans chacune des quatre parties du texte. À la fin de la journée d'entrevues, nous avons fait un retour avec les deux vulgarisateurs sur l'évolution des conceptions scientifiques des jeunes lecteurs selon les différentes variantes textuelles, sur le niveau de formulation des concepts dans le texte, sur les bris de compréhension des élèves et sur les commentaires que nous avons recueillis.

Selon Middleton et *al.* (2008), lorsqu'il atteint la phase 5, le prototype est confronté aux objectifs identifiés au départ de la recherche et le chercheur a alors une bonne idée des différents contextes dans lesquels il peut être implanté. La figure 11 de la page suivante présente les cinq phases de la recherche telles que nous venons de les décrire en détail.

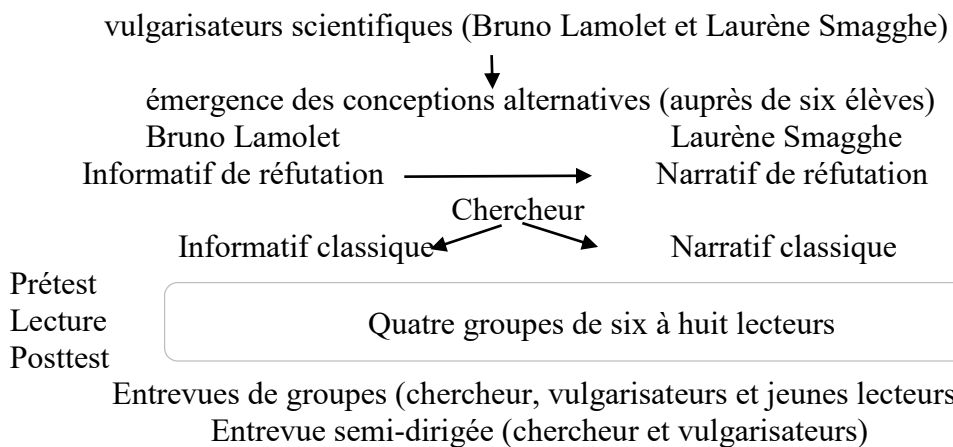
PHASE 1 : Problématique : peu de place pour les conceptions alternatives des jeunes lecteurs au sein de la VS. Postulat : en prenant appui sur les conceptions alternatives, le vulgarisateur propose un texte plus adapté

PHASE 2 : Élaboration d'une version provisoire d'un modèle didactique de VS

PHASE 3 : Étude de faisabilité du modèle didactique de VS



PHASE 4 : Mise à l'essai du modèle didactique de VS



PHASE 5 : Confrontation du modèle didactique de VS au postulat de départ

Figure 11 : Adaptation d'un modèle didactique de VS au moyen d'une DE



### 3.8 La cueillette des données

Dans cette section, nous présentons les différents sujets qui ont participé à cette recherche. Puis, nous abordons les outils de cueillette de données, nous décrivons leurs rôles, les modalités prévues et les motifs qui sous-tendent ces choix.

#### 3.8.1 Les jeunes lecteurs

Pour participer à cette recherche, nous avons choisi des élèves de cinquième année du primaire, puisqu'il s'agit de l'âge moyen des lecteurs des publications des *Débrouillards*. En effet, lorsque nous avons approché les rédacteurs de ce magazine, les élèves de cinquième année ont été identifiés comme les fidèles représentants de leur public-cible. Les 83 jeunes lecteurs<sup>80</sup> retenus pour cette recherche ont été sollicités au sein de cinq classes de cinquième année du primaire (135 élèves) d'une même école privée de la banlieue nord de Montréal. Le milieu socio-économique dans lequel évoluent les élèves de cette école est favorisé, et le revenu moyen des parents est supérieur à la moyenne québécoise. Puisque le chercheur enseigne dans l'école en question, il lui a été vraisemblablement plus facile de solliciter la participation des élèves et la collaboration des enseignants. Aussi, les enseignants de son école ont manifesté un intérêt à participer à la recherche. Dans cette recherche, nous souhaitons documenter et décrire les conceptions des jeunes lecteurs plutôt que dresser un éventail représentatif des conceptions de la population québécoise. Ainsi, nous sommes conscient qu'il s'agit d'un échantillon non représentatif d'élèves, puisqu'ils sont tous issus d'une même école.

À l'instar de Van der Maren (2006), nous reconnaissons que les apprenants sont caractérisés par différents traits, notamment leurs conceptions propres, et que, basé sur le principe du hasard, ces conceptions ont été réparties au hasard. En tirant au hasard quelques apprenants de cette population, on souhaite ainsi obtenir « la même répartition au hasard des variations [...] que celle qui caractérise les individus d'une population » (Van der Maren, 2006, p. 14.11). Cette répartition de l'échantillon demeure difficilement vérifiable, mais comme nos résultats ne seront pas généralisables, cela ne constitue pas un problème. Selon un échantillonnage aléatoire simple,

---

<sup>80</sup> Voir le formulaire de consentement à l'annexe 11.

les noms des élèves de tous les groupes a d'abord été réunis dans une boîte, et une pige de noms a suivi. Au fur et à mesure qu'un nom était pigé, il était noté, puis remis dans la boîte afin d'assurer une constance dans le nombre de noms à piger (Van der Maren, 2006). Comme le chercheur aurait pu connaître certains des élèves pigés, cette étape a été réalisée par une tierce personne, en l'occurrence la secrétaire de l'école.

### **3.8.2 Les vulgarisateurs scientifiques**

Puisque la population de vulgarisateurs scientifiques qui s'adresse à un public de jeunes lecteurs est relativement réduite au Québec, et est moins accessible qu'une population de jeunes lecteurs, notre méthode d'échantillonnage ne s'appliquera pas à ces sujets. Aussi, comme nous souhaitons que notre modèle didactique de VS puisse coller à la réalité du processus de la VS, nous avons sollicité la participation de deux vulgarisateurs<sup>81</sup> possédant une solide expérience dans la production de publications scientifiques destinées aux jeunes lecteurs. Nous avons retenu la participation de Bruno Lamolet, rédacteur en chef de *Sport Débrouillards* et collaborateur aux textes pour la revue *Les Débrouillards*, et de Laurène Smagghe, rédactrice en chef adjointe pour *Les Débrouillards* et collaboratrice aux textes pour la revue *Les Explorateurs*. Tous les deux ont une solide expérience d'une dizaine d'années en rédaction scientifique destinée à un jeune public. Ils étaient enthousiastes à l'idée de participer à ce travail de recherche et ont librement consenti à ce que leur nom soit divulgué.

### **3.9 Des questionnaires pour évaluer l'évolution des conceptions des jeunes lecteurs**

Pour bâtir notre prétest et notre posttest<sup>82</sup>, nous nous sommes inspiré de la démarche de Mikkilä-Erdmann (2001). Nous avons composé des questions de compréhension de texte (de rétention et d'inférence) et des questions de généralisation (Vosniadou, 1994). Comme les textes ne se prêtaient pas aux comparaisons entre le règne animal et végétal, nous avons écarté les questions de distinction (Hatano et Inagaki, 1997).

---

<sup>81</sup> Voir le formulaire de consentement à l'annexe 11.

<sup>82</sup> Qui sont presque identiques n'eut été de deux questions du prétest portant sur les sports pratiqués par les élèves.

À l’instar de Mikkilä-Erdmann (2001), nous reconnaissons que ce sont principalement les questions de rétention et d’inférence qui permettent d’évaluer si un élève a bien compris un texte, et les questions de généralisation qui nous aident à estimer si les conceptions scientifiques du jeune lecteur ont évolué. Néanmoins, contrairement au thème de la photosynthèse dont il est question dans le texte de la recherche de Mikkilä-Erdmann (2001), le thème des muscles et de l’entraînement ne se prêtait pas autant aux questions de généralisation. En effet, après avoir expliqué comment se produit la photosynthèse, on peut questionner le lecteur, par exemple, sur l’origine de l’énergie qu’on ingère lorsqu’on consomme une plante. D’un autre côté, si on aborde plusieurs concepts différents dans un même texte (comme c’est le cas avec les muscles et l’entraînement), il sera plus difficile de composer des questions qui permettent d’évaluer si le lecteur s’est construit un modèle précis du fonctionnement de chaque muscle et de leur interaction. Qui plus est, nous devons respecter un niveau de formulation qui soit accessible pour des élèves de cinquième année du primaire. Donc, nous avons misé sur un éventail plus large de questions. En tout, nous avons composé deux questions de rétention, huit questions d’inférence, deux questions de généralisation et une dernière question de connaissance générale afin de déterminer si les élèves pouvaient définir ce qu’est un « mythe ». Afin de permettre à chaque lecteur d’exprimer clairement ses idées sur chacun des quatre sujets abordés dans les textes sur les muscles et l’entraînement, chaque question objective<sup>83</sup> était accompagnée de deux questions à développement. De cette façon, nous pouvions mieux évaluer le degré de compréhension de chacun des thèmes abordés.

Aussi, nous avons choisi de ne pas donner accès au texte pour répondre au posttest, puisque nous voulions savoir non seulement si les élèves avaient compris, mais également si leurs idées de départ avaient évolué. Nous avons spécifié aux élèves que nous n’évaluerions pas la mémorisation des concepts abordés, mais plutôt la compréhension de ces derniers. Pour ce faire, nous leur avons permis de recourir à des outils connus pendant la lecture et l’étude du texte (surligneur, schéma, tableau sur le texte ou au verso, etc.). Pour éviter que le prétest n’interfère dans l’étude du texte, les élèves ont été invités à répondre à celui-ci une semaine avant la lecture du texte. Le jour de la lecture du texte, nous avons demandé à chaque élève de répondre à des

---

<sup>83</sup> Vrai ou faux

tables d'addition et de soustraction pendant 15 minutes entre la fin de la lecture du texte et le posttest.

### **3.10 Des entrevues de groupe pour bonifier un modèle de VS en construction**

Pour évaluer les apports et les limites du modèle didactique de VS en construction, des entrevues de groupes ont été menées auprès des jeunes lecteurs de cinquième année du primaire (6 à 8 élèves). Pour Van der Maren (2006), cette méthode de cueillette se révèle pertinente lorsque le chercheur s'intéresse à une représentation partagée par plusieurs (des conceptions scientifiques), mais elle ne doit pas être utilisée pour généraliser ce qui aurait pu être déterminé par des entrevues individuelles. Dans cette recherche, des entrevues de groupe animées de concert par le chercheur et les vulgarisateurs scientifiques ont été menées auprès des jeunes lecteurs afin de documenter leur cheminement tout au long de la lecture. Ces entretiens ont permis d'aller au-delà des informations recueillies par les questionnaires (prétest et posttest) sur l'évolution de leurs conceptions, et ont rendu possible la documentation de leur démarche. Par exemple, on a pu y apprendre comment les lecteurs ont perçu la réfutation d'une conception, et si celle-ci s'est avérée déterminante. Également, on a pu revenir sur des bris de compréhension afin de déterminer ce qui n'était pas clair pour les élèves. Selon Van der Maren (2006), il est possible de mener un contrôle par le groupe sur les informations recueillies, et d'avoir une meilleure idée du poids des représentations mentales dans la dynamique de groupe. La sollicitation ou non des conceptions, le niveau de formulation proposé (le niveau linguistique), le choix des exemples et la structure du texte proposé sont au nombre des thèmes qui ont fait partie des échanges. Pour Baribeau et Germain (2010), le contexte particulier de l'entrevue de groupe permet de faire émerger des représentations sociales, d'identifier des consensus et des désaccords, de mettre en commun des idées, d'apporter des nuances, et éventuellement, d'ouvrir vers d'autres questions. Qui plus est, lorsque l'entretien de groupe est consécutif au questionnaire, les similarités jaillissent aisément et permettent de nuancer l'information recueillie (Baribeau et Germain, 2010).

L'organisation des questions devait également s'adapter au type dynamique des entretiens. Selon Van der Maren (2006), il est important pour l'intervieweur de rester neutre dans les

échanges et d'éviter de manifester son accord ou des encouragements. Toujours selon le chercheur, l'intervieweur doit se montrer discret et laisser les échanges se dérouler entre les participants en évitant de se placer au centre en redirigeant les échanges s'il est interpellé pour prendre position. Concrètement :

« [...] l'animateur intervieweur des entrevues de groupe doit intervenir de temps à autre, notamment pour effectuer des bilans qui relancent la discussion, et pour effectuer des synthèses qui explorent les confrontations en soutenant les minoritaires et les timides (on a dit blanc, mais, si on n'a pas dit noir, on a aussi dit bleu, alors...?). Cela exige de lui qu'il perçoive les divergences et les nuances dans les opinions partagées par le groupe » (Van der Maren, 2006, p. 14.7)

Les échanges avec un petit groupe d'élèves avant de composer le texte de vulgarisation, les réponses de tous les sujets aux prétests et aux posttests, de même que les réponses amassées lors des entrevues de groupe ont permis de contrôler la validité de nos données. Par exemple, lorsque les vulgarisateurs scientifiques questionnaient les élèves sur leurs préconceptions et qu'ils énonçaient et réfutaient ces conceptions dans leur texte, nous étions à même de voir si les élèves avaient effectivement cette conception (dans les prétests), et si cette conception résistait malgré tout (dans les posttests).

Comme nous souhaitions documenter la construction d'un modèle didactique de VS, il était nécessaire de prévoir également plusieurs périodes d'entretiens avec les vulgarisateurs scientifiques. En ce sens, et pour permettre aux vulgarisateurs scientifiques de porter une réflexion éclairée sur leur travail d'écriture, nous avons choisi d'organiser des entrevues semi-dirigées avec eux. Selon Savoie-Zajc (2009), l'entrevue semi-dirigée : « [...] permet d'apprendre, à propos du monde de l'autre, et aux interlocuteurs, d'organiser, de structurer leur pensée. [...] Les perspectives de l'un influencent la compréhension de l'autre qui formule à son tour une nouvelle explication et la propose à l'interlocuteur » (p. 343). En revenant sur différents moments forts des échanges avec les lecteurs, il a été possible de réfléchir ouvertement sur le processus d'écriture et de faire ressortir les difficultés éprouvées par les élèves, ainsi que leurs commentaires sur les éléments qui ont permis l'induction d'un changement conceptuel. Portons maintenant notre attention sur les données recueillies.

## CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Dans ce chapitre, nous décrivons les phases 3 et 4 de l'adaptation du modèle didactique de VS. Pour chacune des phases, différents textes de VS sont composés. Pas à pas, nous suivons l'étude de faisabilité et la mise à l'essai du modèle didactique de VS. Nous découvrons comment les lecteurs participent à l'élaboration des textes. Différentes versions des textes sont présentées, de même que le niveau de formulation des réponses des élèves à chaque question. Par la suite, nous comparons les réponses des élèves aux questions des prétests et aux posttests. Aussi, des extraits des entrevues de groupe permettent de porter une réflexion sur les apports et les limites de chaque variante textuelle.

### 4.1 L'étude de faisabilité du modèle didactique de VS

La première rencontre avec les deux vulgarisateurs scientifiques des *Débrouillards* a été l'occasion de nous présenter mutuellement, de préciser les objectifs de la recherche et de signer les formulaires de consentement. Nous leur avons également demandé de nous proposer deux textes (l'un informatif, et l'autre narratif) pour amorcer cette phase de notre recherche. Bruno venait d'écrire un texte informatif sur le requin blanc intitulé : *Requin sous surveillance*, pour un numéro thématique sur la mer<sup>84</sup> dans la revue *Les Débrouillards*. Il a proposé qu'on utilise son texte pour notre recherche. Laurène a décidé d'écrire un texte narratif sur les aventures d'un béluga du St-Laurent. Les deux vulgarisateurs nous ont envoyé leur texte par courrier électronique.

Lors de la deuxième rencontre, nous avons apporté deux versions d'un même texte de VS sur les fourmis Cataglyphis du désert : l'une classique, et l'autre de réfutation. Les deux textes, intitulés : *Émile joue avec le feu*, sont présentés à l'annexe 7. Avec ces deux textes en main, une figure résumant le processus de transposition du savoir savant en savoir vulgarisé (voir la figure 8 de la page 127) et quelques tableaux présentant les caractéristiques du texte de réfutation, nous leur avons exposé notre modèle didactique de VS (voir la présentation à l'annexe 7). Lorsque nous leur avons présenté la démarche à suivre, Laurène a formulé un commentaire intéressant

---

<sup>84</sup> *Les Débrouillards Numéro 100 % océans!*

concernant l'énoncé de la conception fréquente et sa réfutation : « En réunion de rédaction, on se demandait s'il n'y avait pas un risque que le lecteur retienne la première information [la fausse conception énoncée<sup>85</sup>], lorsqu'on dit : tu crois que ça s'explique ainsi, mais en réalité il s'agit plutôt de cela ». Nous lui avons alors expliqué que les recherches démontrent que la nature argumentative du texte de réfutation, qui s'appuie sur une conception fréquente, a plutôt l'effet d'encourager le lecteur à laisser de côté son idée de départ. Le lecteur se sent d'abord interpellé par cette conception qui lui semble *a priori* cohérente avec ce qu'il pense, mais en lisant la réfutation et son explication, il comprend mieux en quoi il faisait « fausse route ». Les recherches démontrent que les lecteurs ont tendance à adopter cette idée nouvelle.<sup>86</sup> Par la suite, pour appuyer nos dires, nous présentions des exemples de conceptions fréquentes tirées de nos textes sur les fourmis.<sup>87</sup> Nous avons mis en évidence le fait qu'une fois qu'on a identifié les concepts scientifiques à aborder, il faut dresser une liste des conceptions fréquentes qui s'y rattachent. Des ouvrages de didactique ou des entrevues auprès d'élèves peuvent permettre d'avoir accès à de telles conceptions fréquentes. Par exemple, concernant le thème des fourmis du désert, plusieurs élèves du primaire pensent que plus un animal a de pattes, plus il peut avancer rapidement. D'autres apprenants pensent que les humains sont des êtres résistants à la chaleur et aux amplitudes thermiques. Autant de fausses conceptions qu'il faut « déconstruire » en recourant à la réfutation. Les recherches en didactique ayant montré que le texte de réfutation est un dispositif didactique efficace pour faire évoluer les conceptions, nous avons voulu montrer comment réfuter une conception dans un texte. Ainsi, appuyé par les différentes versions du texte sur les fourmis, nous avons abordé chacune des étapes du modèle didactique de VS avec les vulgarisateurs scientifiques, en insistant sur l'importance de réfuter une conception fréquente et d'adapter le niveau de formulation des concepts en fonction du lecteur. Au fur et à mesure que nous présentions la démarche, les deux vulgarisateurs scientifiques étaient attentifs, posaient des questions et prenaient des notes sur les documents que nous leur avions remis. À la fin de la rencontre, nous avons convenu de nous revoir le mois suivant, lorsque les élèves liraient le texte et répondraient au posttest. Dans l'intervalle, il nous fallait

---

<sup>85</sup> Lors des entretiens, nous avons utilisé « fausse conception » ou « conception fréquente », plutôt que l'expression « conception alternative » ou « représentation » issues de la recherche en didactique.

<sup>86</sup> Bien évidemment, la lecture seule d'un texte ne peut prétendre entraîner un changement conceptuel définitif sans mesures d'enseignement appropriées amenées ultérieurement en appui au texte.

<sup>87</sup> *Émile joue avec le feu*

composer la version de réfutation de chacun des textes des vulgarisateurs (sur le requin blanc et sur le béluga), rédiger le prétest et le posttest, et enfin organiser la tenue de ce prétest, qui devait avoir lieu une semaine avant la lecture des textes.

Pour composer notre version de réfutation du texte sur le béluga et notre version de réfutation du texte sur le requin blanc, nous avons retenu la participation de deux groupes d'élèves de cinquième année choisis au hasard : un groupe de six élèves et l'autre de cinq. Avant de répondre au prétest, ces élèves ont reçu une feuille blanche et des étiquettes sur lesquelles étaient inscrites différents concepts. Le groupe qui était assigné au thème des requins blancs a reçu une banque de mots (aileron, collier émetteur, océanographe, etc.), et le groupe à qui on avait attribué le thème du béluga a reçu une autre banque de mots (écholocation, arctique, menaces, St-Laurent, migration, etc.). Chaque élève devait dessiner l'animal dans son habitat naturel et placer les mots-étiquettes autour de l'animal sous la forme d'une carte conceptuelle. Puis, on leur remettait le prétest et ils devaient y répondre. Nous avons procédé de la même façon pour les deux groupes d'élèves. Comme nous le verrons plus loin, les cartes conceptuelles et les réponses aux prétests nous ont permis de composer les textes de réfutation. Une semaine avant la lecture du texte, la secrétaire de l'école a pigé des noms d'élèves pour former quatre groupes d'une vingtaine d'élèves<sup>88</sup> de cinquième année. Comme nous l'avons décrit dans le cadre méthodologique, les noms des élèves ont été collés sur les copies papiers des textes et du prétest et celles-ci ont été distribuées aux cinq classes de cinquième année. L'enseignant a lu la consigne aux élèves et leur a accordé 30 minutes pour répondre au prétest. Par la suite, les copies ont été ramassées et déposées dans une enveloppe à notre intention.

Le jour de la lecture, après avoir distribué les textes aux élèves, les enseignants leur ont lu la consigne et leur ont accordé 20 minutes pour lire le texte. Les élèves pouvaient utiliser leurs surligneurs et prendre des notes dans la marge, au besoin. Puis, ils ont rempli des tables d'addition et de soustraction pendant 15 minutes. Par la suite, l'enseignant a remis les posttests aux élèves, et ces derniers ont eu 30 minutes pour y répondre. Pour organiser les entrevues, la

---

<sup>88</sup> Un groupe de 22 élèves qui lirait le texte informatif classique sur le requin blanc, un groupe de 20 élèves qui lirait le texte informatif de réfutation sur le requin blanc, un groupe de 21 élèves qui lirait le texte narratif classique sur le béluga et un groupe de 20 élèves qui lirait le texte narratif de réfutation sur le béluga



secrétaire de l'école a procédé à une deuxième pige dans chacun des quatre groupes. Dans chaque groupe, six élèves étaient pigés. Quatre entrevues différentes ont donc été animées pendant cette même journée. Lors des entrevues, des questions semi-dirigées ont permis d'aborder les aspects suivants : les conceptions de départ des élèves sur les requins blancs ou les bélugas, l'origine de ces conceptions, la compréhension de concepts cités dans les textes mais non explicités,<sup>89</sup> les méthodes de travail qu'ils ont choisies par les élèves pour comprendre les concepts présentés (souligner, surligner, faire des tableaux, etc.), les stratégies de compréhension de texte qu'ils avaient utilisées (ex. : lire avant et après un passage) et les passages qu'ils avaient moins bien compris.

Pour cette phase particulière de notre recherche, nous ne présenterons pas les résultats des élèves aux prétests et aux posttests, ni les propos qu'ils ont tenus lors des entrevues de groupe. De fait, le but de cette phase de la recherche était de montrer la faisabilité du modèle didactique et de recueillir les commentaires des vulgarisateurs après leurs échanges avec les élèves, afin qu'ils puissent ultimement mettre ce modèle à l'essai en composant eux-mêmes le texte de réfutation. Une entrevue semi-dirigée a donc été organisée, en fin de journée, après avoir colligé les commentaires des élèves sur les différentes variantes textuelles.

Mais avant de présenter les propos des deux vulgarisateurs, nous reviendrons sur le processus d'écriture de nos deux versions de réfutation. Comme nous souhaitions montrer qu'il existe plusieurs façons d'aborder un concept scientifique dans un texte de réfutation, nous nous sommes donné la liberté de remanier le contenu proposé par les vulgarisateurs scientifiques dans nos deux textes de réfutation. Tout d'abord, soulignons que nous avons présenté les mêmes concepts scientifiques que ceux qui étaient abordés dans les textes classiques sur le requin blanc et le béluga. Toutefois, nous avons changé l'ordre dans lequel ces concepts ont été introduits, puis avons modifié des dialogues (dans le texte narratif sur le béluga), avons ajouté des sous-titres, et avons parfois même changé l'intention du texte. Sachant du même coup qu'il serait difficile de pouvoir comparer l'impact des différents textes en amenant de tels changements,

---

<sup>89</sup> Par exemple, dans le texte sur le béluga, on parle de l'utilisation de fléchettes creuses pour prélever des échantillons de peau, sans davantage expliciter en quoi il est utile qu'elles soient creuses.

nous avons néanmoins choisi de procéder ainsi, car l'objectif de cette phase de la recherche était d'explorer les différentes caractéristiques du texte de réfutation composé grâce au modèle didactique de VS, afin de statuer sur sa faisabilité. Nous présentons les quatre versions textuelles à l'annexe 3.

Pour composer nos textes de réfutation, nous avons repris les informations contenues dans les textes classiques sur le requin blanc et le béluga, qui nous avaient été remis par les deux vulgarisateurs scientifiques. Nous nous sommes également appuyé sur les cartes conceptuelles et les résultats des prétests de nos deux groupes d'élèves. Nous présentons, aux tableaux III et IV des pages suivantes, les différents concepts qui ont été décrits par les élèves sur leur carte conceptuelle. Il est possible de consulter les cartes conceptuelles des élèves à l'annexe 8.

Tableau III : Concepts tirés de la carte conceptuelle sur le béluga

<b>Concept</b>	<b>Garçon 1</b>	<b>Fille 1</b>	<b>Fille 2</b>	<b>Fille 3</b>	<b>Fille 4</b>	<b>Fille 5</b>
<b>Béluga</b>	Dessin (annexe 8)	Dessin (annexe 8)	Animal, mammifère	Dessin (annexe 8)	Dessin (annexe 8)	Dessin (annexe 8)
<b>Classe</b>	Mammifère	Mammifère	Mammifère, car ils respirent	Mammifère	Poisson	Mammifère
<b>Couleurs</b>	Gris	Adulte : blanc crème Bébé : gris pâle	Adultes : blanc Petit : gris	Blanc, gris, bleu	Blanc Bébé : parfois gris	Naît blanc, devient noir avec quelques taches blanches
<b>Arctique</b>	Il y en a qui vivent en Arctique (d'après moi)	Hiver : migre vers Arctique	Ils font une migration	Glacier, neige Il migre	Les glaciers	Quelques bélugas vivent en Arctique
<b>Migration</b>	Migre vers océan pendant hiver pour aller Europe	Été : migre St-Laurent	Vers l'Arctique	Migre vers le nord pour une saison	Migre vers l'Arctique	Migre pour eau plus chaude ou plus froide
<b>Scientifiques</b>	En plongeant, constatent quelque chose et aident béluga	Aident baleine dépolluent l'eau arrêtent les baleiniers.	Ils aident les bélugas à survivre.	Mettre produit dans l'eau, enlever pollution	Essaie d'arrêter les pêcheurs	Ramasser les déchets
<b>Menaces</b>	Pollution et chasseurs	Baleinier tue baleine avec harpon Pollution de l'eau	Pêcheurs, baleiniers, Pollution Harpon	Pollution, mourir, nourriture béluga	Ils essaie de capturer les bélugas.	Ordures, pollution Pêche
<b>Fleuve St-Laurent</b>	Vie	Été : migre vers	Ils habitent dedans.	Eau vont bélugas	Dessin	Dessin
<b>Écholocalion</b>	Peut se diriger les yeux fermés grâce aux sons qu'il émet.	C'est le béluga qui fait du son et quand le son revient vers lui, c'est qu'il a quelque chose devant lui.	Il envoie des sons vers ses proies.	-	La lumière	-

Tableau IV : Concepts tirés de la carte conceptuelle sur le requin

<b>Concept</b>	<b>Fille 6</b>	<b>Garçon 2</b>	<b>Garçon 3</b>	<b>Fille 7</b>	<b>Garçon 4</b>
<b>Requin blanc</b>	Dessin (annexe 8)	Dessin (annexe 8)	Animal marin	Dessin (annexe 8)	Dessin (annexe 8)
<b>Ailerons</b>	Nageoire dorsale (dessin)	Permet de naviguer	Sert à diriger le requin	Sorte de nageoire	Dessin (annexe 8)
<b>Sédentaire</b>	Le requin blanc est sédentaire. Il reste toujours dans la même région.	-	Le requin est sédentaire.	Il reste à la même place.	Chaud et froid
<b>Menaces</b>	L'homme est une menace pour le requin.	Homme fait des menaces au requin.	Coupe aileron et nageoire, après remet dans l'eau.	Les requins sont menacés pas les humains, car ils veulent les tuer!	L'homme menace les requins.
<b>Prédateur</b>	Homme	Homme	(homme) prend aileron pour soupe	De l'homme, car il réalise que c'est un humain et non un poisson.	Dessin (annexe 8)
<b>Homme</b>	Prédateur (dessin) (annexe 8)	Prédateur et menaces (dessin annexe 8)	(Dessin d'un scientifique, annexe 8)	Homme qui fait du surf	Dessin (scientifique) (annexe 8)
<b>Température eau</b>	Le requin blanc habite dans les eaux chaudes.	Froides et chaudes	Vit dans les eaux chaudes et froides	Eau chaude	-
<b>Océanographe</b>	Personne qui étudie la vie marine. Fait des recherches	Personne qui étudie les océans	S'intéresse aux animaux marins dans l'eau	(scientifique avec une) caméra dans l'eau	Il crée des cartes de l'océan.
<b>Collier émetteur</b>	Pour suivre le requin dans ses déplacements	Repère les requins	Sert à repérer le requin	Pour observer (les requins) (dessin)	Collier qui dit où est requin

Dans le but de ne pas alourdir la présentation des résultats, nous préférons utiliser les chiffres plutôt que les écrire en lettres. À la lecture des tableaux III et IV, nous constatons que les élèves ont plusieurs « bonnes » conceptions initiales, tant sur le béluga que sur le requin blanc. Par exemple, 5 élèves sur 6 interviewés avaient rangé le béluga dans la classe des mammifères, 4 élèves sur 6 ont parlé des différentes couleurs de peau du béluga en fonction de l'âge de l'animal, 6 élèves sur 6 pouvaient énumérer des menaces à la survie des bélugas, 6 élèves sur 6 ont identifié le St-Laurent comme étant l'habitat du béluga, et 3 élèves sur 6 savaient que le béluga se dirigeait par écholocation. Par contre, 6 élèves sur 6 croyaient que les bélugas du St-Laurent migraient vers l'Arctique, et 6 élèves sur 6 savaient que les scientifiques venaient en aide aux bélugas, mais ils n'ont pas su décrire adéquatement leur travail (par exemple, pour les élèves : les scientifiques arrêtent les baleiniers et les pêcheurs, enlèvent la pollution de l'eau, ramassent les déchets, etc.). Également, en compilant les résultats des six prétests, deux fausses préconceptions ressortaient nettement : 5 élèves sur 6 croyaient que le béluga ne passait pas toute sa vie dans le St-Laurent, et 4 élèves sur 6 croyaient qu'ils migraient vers les eaux chaudes du sud l'hiver venu.

Du côté des élèves assignés au thème du requin blanc, 5 élèves sur 5 savaient qu'un aileron était une nageoire, et 2 élèves sur 5 ont ajouté que cette nageoire aidait le requin à se diriger, 5 élèves sur 5 ont reconnu que l'homme représentait une menace pour le requin, 4 élèves sur 5 l'ont identifié comme étant le prédateur de l'homme dans les cartes conceptuelles, et 5 élèves sur 5 étaient en mesure de décrire les tâches d'un océanographe. En revanche, seuls 2 élèves sur 5 savaient que les requins blancs peuvent vivre dans les eaux chaudes et froides. Les prétests allaient également en ce sens : 2 élèves sur 5 ont encerclé « Les requins blancs fréquentent les mers chaudes et froides », 2 élèves sur 5 ont fait des croix à différents endroits sur la carte géographique de la Terre, au nord comme au sud, là où le requin blanc est présent, et 2 élèves sur 5 ont dit qu'il était possible d'apercevoir le requin blanc au large de la Gaspésie.

Lorsque nous avons lu le texte sur le béluga intitulé : « La famille de Thomas »<sup>90</sup> (revoir l'annexe 3), nous avons compris l'intention de Laurène : faire découvrir au lecteur le milieu de

---

<sup>90</sup> Réalisé par Laurène

vie du béluga, avec ses menaces et ses contraintes, tout en présentant le travail de scientifiques qui essaient de mieux comprendre le mode de vie des bélugas et d'aider à la survie de l'espèce. Après avoir sollicité les conceptions des élèves, nous avons un premier indice des connaissances générales d'un lecteur de cinquième année, et nous souhaitons attirer leur intérêt sur des éléments méconnus. Ainsi, en conservant les concepts abordés par Laurène et en ne changeant pas l'intention du texte, nous avons proposé une version de réfutation qui mettait l'accent sur la fausse conception qu'ont les élèves sur la migration du béluga. Pour « déconstruire » ces fausses conceptions sur la migration et la survie l'hiver en eau froide, nous avons écrit ceci :

« Nous, les bélugas, sommes les seuls à passer toute notre vie dans le St-Laurent, hiver comme été. [...] L'hiver, les autres baleines préfèrent aller se reproduire dans les eaux du sud. [...] Une fois que ces baleines sont parties, la glace commence à recouvrir le fleuve, poursuit grand-père. Mais nous faisons aussi un petit voyage chaque année, grand-père, argumente Thomas. Oui, Thomas, mais nous les bélugas, on ne migre pas au sud, mais à l'est : vers le golfe du St-Laurent. Contrairement à ce que bien des gens croient, le béluga ne migre pas pour fuir le froid. En fait, la majorité des bélugas vit en Arctique, où la température de l'eau est plus froide que celle du St-Laurent. Ce n'est pas non plus par manque de nourriture. En fait, avec l'arrivée de l'hiver, la glace recouvre tout le fleuve et le béluga ne peut plus sortir pour respirer à la surface. Dans le golfe du St-Laurent, la glace ne le recouvre qu'à moitié, alors le béluga peut remonter à la surface pour respirer. »

Dans sa version classique, Laurène explique la migration ainsi :

« [...] la plupart des membres de ma famille habitent en Arctique, autour du pôle Nord. [...] Mais nous, les bélugas, sommes les seuls à passer toute notre vie dans le St-Laurent, hiver comme été. L'hiver, les autres baleines préfèrent aller se reproduire dans les eaux du sud. [...] Une fois qu'elles sont parties, la glace commence à recouvrir le fleuve. Moi et les miens entreprenons alors un petit voyage, mais pas au sud, à l'est : vers le golfe du St-Laurent. Comme la glace ne le recouvre qu'à moitié, nous pouvons remonter à la surface pour respirer [...] »

Dans la version de réfutation, on infirme explicitement l'idée de migrer pour rejoindre des eaux clémentes, ou encore de migrer pour trouver de la nourriture. Le lecteur comprend plutôt que le béluga ne veut pas se retrouver emprisonné par les glaces. La journée du posttest et des entrevues

de groupe, Laurène s'est dite surprise de constater à quel point les élèves du groupe « texte de réfutation » semblaient avoir mieux intégré les concepts présentés que ceux du groupe « texte classique ». « Les élèves ont changé leur réponse après avoir lu le texte de réfutation, ce qui n'était pas aussi marqué pour les élèves de l'autre groupe [texte classique] », note Laurène. Elle signale toutefois que cette distinction est plus subtile entre les deux versions des textes sur le requin blanc. Revenons maintenant sur la création de la version de réfutation du texte sur le requin blanc.

Le texte informatif (classique) intitulé *Requins sous surveillance* nous présente Lydia, un requin blanc femelle suivie à la trace par une équipe de chercheurs qui ont posé un émetteur sur son aileron. La deuxième moitié du texte traite des différentes menaces qui pèsent sur les requins. Un océanographe rappelle nos devoirs pour mieux préserver l'espèce, et on clôt l'article en invitant le lecteur à suivre Lydia et ses congénères par l'intermédiaire du site Internet du groupe de recherche. La version de réfutation que nous avons élaborée ne présentait pas les éléments d'information dans le même ordre, et nous verrons plus loin que cela a changé l'orientation souhaitée par Bruno. En effet, plutôt que de nous référer à Lydia tout au long du texte pour traiter des dangers qui pèsent sur l'espèce, nous avons choisi d'abord de revoir certains mythes sur le requin, puis de présenter l'exemple de Lydia. Ceci étant dit, nous avons néanmoins abordé les mêmes informations que dans le texte classique de Bruno, mais nous croyions au départ qu'il pouvait être intéressant pour le lecteur de commencer par découvrir que ses préconceptions étaient fausses, et ainsi susciter son intérêt. Dans notre version de réfutation, nous avons d'abord introduit trois fausses conceptions au moyen de paragraphes sous-titrés : Est-ce que les requins s'attaquent souvent aux humains? Les requins sont-ils les plus grands prédateurs des océans? Mangent-ils tout ce qu'ils trouvent? Prenons l'exemple des attaques de requin. Dans la version de réfutation, nous disions :

« C'est malheureux, mais les requins n'attirent pas notre sympathie. Ils nous font peur. Contrairement à ce que bien des gens pensent, il y a bien peu d'espèces de requins qui sont menaçantes pour les humains. Et même les espèces dangereuses s'attaquent rarement à nous. En fait, sur les 350 espèces de requins, seules cinq sont vraiment dangereuses pour l'humain. Chaque année, on compte moins de 10 attaques mortelles de requins dans le monde. En comparaison, les attaques des chiens, de méduses ou de serpents tuent beaucoup plus de monde! »

Dans la version classique de Bruno, on pouvait lire :

« Malheureusement, les requins n'attirent pas notre sympathie. Ils nous font peur. Pourtant, sur les 350 espèces de requins, seules cinq sont vraiment dangereuses pour l'humain. Chaque année, on compte moins de 10 attaques mortelles de requins dans le monde. Les attaques de chiens, de méduses ou de serpents tuent beaucoup plus de monde! »

Il se dégage des entrevues de groupe un sentiment différent à propos de ce texte. Concernant la perception des élèves sur le sujet présenté, Bruno fait remarquer que les élèves qui ont lu le texte classique : « [...] voyaient plus l'article au complet, dans sa globalité, alors que les élèves qui ont lu le texte de réfutation le voyaient comme une collection de faits sur le requin blanc ». Laurène est d'accord et rajoute : « Le texte de réfutation avait deux parties, et les élèves ont principalement retenu la partie qui les intéressait (les faits surprenants sur les requins blancs) ». En effet, contrairement au texte classique de Bruno dans lequel on invitait les élèves à suivre les déplacements de Lydia sur Internet à la fin du texte, notre version de réfutation traitait de Lydia seulement dans la deuxième partie du texte. Néanmoins, à la lumière des réponses formulées par les élèves lors des entrevues, nous avons été à même de constater que les deux groupes ont significativement amélioré leurs connaissances sur les requins blancs. Laurène croit que l'aspect intrigant des requins blancs a pu favoriser une meilleure appropriation des connaissances. Bruno renchérit : « C'est [un animal] dangereux, ça fascine... En même temps, tu n'es pas immédiatement en danger. T'es dans l'eau, ça peut arriver à tout moment. Ça fait partie des histoires [qu'on se raconte] autour d'un feu de camp. On s'amuse à se faire peur et c'est fascinant ». Laurène poursuit : « Et ça dépasse la raison. Lorsqu'on leur demande si, en général, les requins vont s'attaquer à eux s'ils vont en mer, ils vont dire non. Mais lorsqu'on leur a demandé s'ils iraient nager en mer près des requins, ils disent non, même s'ils savent que la plupart ne sont pas dangereux ». En comparaison avec le texte sur le béluga, Laurène conclut : « Alors que le béluga, ce n'est pas ce qui va les intriguer le plus ». Bruno rappelle qu'il aurait pu organiser son texte en parlant d'abord des chercheurs (comme nous l'avons fait), mais il se rappelle que l'idée de l'article lui est venue lorsqu'il a eu accès à des photos de Lydia. Il savait que la mise en page présenterait de nombreuses photos, et il souhaitait accrocher le lecteur en présentant Lydia. Laurène réitère qu'il aurait tout de même pu commencer par présenter les



fausses conceptions (comme nous l'avons fait), mais que son texte a peut-être eu un effet similaire à celui du texte de réfutation parce que l'intérêt des élèves était sollicité par les photos. Concernant le niveau de formulation des concepts, les élèves nous ont surpris. Ils ont bien compris les concepts présentés dans les textes sur le béluga et le requin. Mais, rappelons-le, lorsque nous avons sollicité les conceptions des deux groupes d'élèves pour composer les deux textes de réfutation, nous avons été à même de constater qu'ils utilisaient les concepts adéquatement dans leur carte conceptuelle, et leurs définitions étaient très souvent les bonnes (revoir les tableaux III et IV). Les concepts d'écholocalisation (dans le texte du béluga) ou d'émetteur (dans le texte sur le requin blanc) étaient tous deux explicitement définis dans les textes. Toutefois, dans les textes sur le béluga, on n'expliquait pas comment les fléchettes creuses arrivaient à prélever la peau du requin. Lorsqu'on les a interrogés à cet effet, aucun élève n'a pu en expliquer davantage le fonctionnement.

Questionnés sur l'origine de leurs connaissances générales sur le béluga et le requin blanc, certains élèves nous ont parlé de différents ouvrages qu'ils ont lus, en classe notamment, de documentaires télévisuels, de visites à l'aquarium, d'expéditions d'observation des baleines avec leurs parents, etc. Autant d'éléments qui ont fait dire à nos vulgarisateurs que les enfants du primaire ont un intérêt certain pour les animaux, et que cet intérêt est nourri par différentes sources.

Par la suite, Laurène, se questionnant sur l'impact plus modeste du texte narratif, s'est demandé si une narration avait la même crédibilité qu'un texte informatif pour les lecteurs. « Pour eux, ça allait de soi que c'était crédible, mais peut-être est-ce que c'est parce que le texte leur a été remis à l'école. Comme ils ont un texte à étudier et qu'ils ont des questions auxquelles répondre, je parie qu'il n'y en a pas un qui s'est dit que les informations présentées n'étaient peut-être pas vraies. Ils le savent que parfois lorsqu'on achète un livre, les informations d'une narration sont fausses, car il s'agit d'une histoire [et qu'il y a peut-être une part d'irréel] ». Pour faire un parallèle avec le questionnement de Laurène, Bruno se remémore un numéro antérieur des *Débrouillards*, dans lequel ils avaient organisé une campagne électorale fictive avec quatre « candidats » bestioles (une sangsue, une araignée, un ver de terre et une coquerelle). Les jeunes lecteurs devaient voter pour le meilleur ami de l'être humain. Laurène se souvient : « On s'était

longtemps posé la question : est-ce que les jeunes vont penser que les informations présentées dans l'article ne sont pas vraies? » Bruno insiste : « Mais comme ils font confiance aux *Débrouillards*... [on assume qu'ils ont reconnu la crédibilité des informations] ». Se remémorant le processus d'écriture du texte narratif sur le béluga, Laurène dit : « C'est une pensée qui m'habitait lorsque je composais le texte : est-ce que si je fais parler le personnage, il [le lecteur] va me croire? » Bruno poursuit : « Lors des entrevues de ce matin, j'ai vu une élève qui avait écrit *allô* [dans la marge], pour faire parler le béluga, mais elle comprenait que c'était [de l'information] vrai ». Nous leur avons résumé les données de la recherche au sujet de l'autorité attribuée à un texte narratif. Il semble en effet que cette variante textuelle soit plus efficace pour des lecteurs plus jeunes (du préscolaire et du premier et deuxième cycles, notamment) que pour des lecteurs plus âgés (troisième cycle et secondaire). En revanche, le fait que cette ressource ait été proposée à l'école, de surcroît par des rédacteurs des *Débrouillards*, nous porte à croire que les élèves n'ont pas remis en question les écrits.

#### **4.2 La mise à l'essai du modèle didactique de VS**

Lors de l'intervention suivante des vulgarisateurs scientifiques auprès des élèves, nous ne sommes pas intervenus, puisqu'il s'agissait d'une rencontre préparatoire afin de solliciter les conceptions d'un petit groupe d'élèves pour un texte à composer. En effet, une rencontre a été organisée avec un groupe de cinq élèves de cinquième année pigés au hasard. Lors de cette rencontre, Bruno a présenté le thème retenu pour un article à venir du magazine *Sport Débrouillards* : les muscles et l'entraînement. Pour préparer son article, il avait d'abord fait appel à une chercheuse en physiologie de l'exercice pour répondre à quelques questions et voir la forme que son article pouvait prendre. Puis, en collaboration avec Laurène, il a préparé des questions à l'intention des élèves afin de découvrir leurs conceptions sur le sujet et les utiliser pour préparer son texte. Pour les besoins de la rédaction, Bruno s'est chargé de la version informative (qui s'est ultimement retrouvée dans la publication), et Laurène, de la version narrative (pour le bénéfice exclusif de cette recherche). Les directives qu'ils ont données aux élèves les encourageaient à répondre à huit questions, et à dessiner leurs explications au besoin. Ils n'ont pas fait réaliser de carte conceptuelle. Le tableau V présente les réponses des élèves aux différentes questions, de même que leurs productions (à l'annexe 9).

Tableau V : Concepts tirés des productions des élèves sur les muscles et l'entraînement

Question	Garçon 1	Fille 1	Garçon 2	Garçon 3	Garçon 4
1. Lorsqu'on travaille fort, nos muscles nous font souffrir. Pourquoi?	Après beaucoup d'entraînement, mon muscle se remplit d'acide lactique. En s'accumulant, ça cause des douleurs musculaires.	Dessin (annexe 9)	Dessin (annexe 9)	Peut-être que quand l'os ou le muscle reçoit un impact, il transforme ça en douleur et des cellules s'activent pour apaiser la douleur. + dessin	Dessin (annexe 9)
2. Pourquoi certains muscles des joueurs de soccer grossissent-ils avec la pratique et d'autres pas?	Dessin + Ce muscle du joueur de soccer grossit (le muscle derrière le tibia, le mollet).	Les muscles dans les jambes et les mollets grossissent, car on court beaucoup. Les muscles des bras ne grossissent pas, car on n'utilise pas les bras.	Au soccer, les muscles des cuisses et des pieds grossissent.	Les cuisses vont grossir et les bras vont moins grossir vu que l'on ne les utilise pas beaucoup.	Les muscles qui vont grossir au soccer c'est où il y a les cuisses.
3. Pourquoi, à force d'activité physique, s'essouffle-t-on moins?	Moins essoufflé, car on s'habitue. Notre corps est devenu plus fort face à cet exercice.	Non, car on devient habitué, puisque si on court un 800 mètres une fois par semaine pendant 3 mois, la première fois tu vas être essoufflé, mais à la fin tu vas être habitué.	On est moins essoufflé, car avec les pratiques on travaille le cardio.	En général, on est moins essoufflé que la première fois, car notre corps va s'habituer à faire les mêmes mouvements.	Ton corps devient habitué, car tu pratiques souvent.
4. Pourquoi, lorsqu'on pratique un sport pour la première fois, on se concentre sur le mouvement de notre corps alors qu'avec la pratique, on n'a plus besoin de regarder nos mouvements?	Notre cerveau enregistre le mouvement, alors ça devient comme un automatisme.	C'est rendu comme un automatisme car à force de le faire, tu viens habitué et tu n'as plus besoin de penser à ce que tu fais, mais il faut que tu restes quand même concentré.	On est rendu habitué, car le cerveau est habitué.	Sûrement que notre cerveau s'est habitué à faire automatiquement les mêmes mouvements.	Ton corps devient habitué, car tu pratiques souvent.
5. Sont-ce les muscles qui enregistrent le mouvement à exécuter?	Non, car c'est le cerveau qui a de la mémoire. Il envoie le signal au système nerveux et le système envoie le signal au muscle. Enfin, le muscle fait le mouvement.	Oui, car moi en gymnastique je fais souvent les mêmes mouvements et mes muscles deviennent habitués.	Oui, car il y a des trucs dans ton corps qui se souviennent, mais pas ton cerveau.	Je pense que non, car c'est le cerveau qui se rappelle du mouvement, mais le muscle peut s'habituer à faire un mouvement.	Oui, car si on ne regarde pas le ballon et on l'a, ça veut dire que le muscle se souvient de cela.
6. Lorsque le muscle se blesse, on ressent la douleur. Est-ce que le muscle envoie un message au cerveau?	Oui, si le muscle se blesse, il dit au cerveau qu'il est blessé. Il le dit au système nerveux qui le dit au cerveau.	Oui, car ce sont les muscles qui font le mouvement et non le cerveau, mais le cerveau va se souvenir du nom du mouvement.	Oui, car quand tu as mal, ils peuvent envoyer un message au cerveau.	Je pense que oui, car si le muscle manque de glucose ou d'oxygène, il pourrait envoyer un message au cerveau.	Non, car je pense que le cerveau, c'est lui qui donne tous les ordres.
7. Pourquoi certains muscles sont-ils plus souples que d'autres?	Ils sont plus élastiques...	Les muscles, les tendons et les ligaments sont plus souples, car en gymnastique on les étire souvent, car dans nos routines, on fait des « splits » et il faut qu'elles soient belles pour avoir plus de points.	Je ne le sais pas.	Je pense que la différence est que le muscle plus souple va être plus élastique qu'un muscle normal.	Je ne le sais pas.
8. Est-ce qu'en s'étirant, on rend nos muscles plus souples?	Oui, sûrement en l'étirant, en le travaillant...	Oui, car avant, je n'étais vraiment pas souple et maintenant je suis très souple.	En faisant plus de gymnastique.	Je pense que oui, car si on l'habitue à faire un mouvement, il devient souple.	En s'étirant ou en faisant de la gym.

Il se dégage de ces réponses différentes données intéressantes sur les conceptions initiales des élèves sur les muscles et l'entraînement. D'abord, concernant les douleurs musculaires à la suite d'un effort physique, un élève a fait un lien intéressant avec l'acide lactique qui s'accumule dans le corps, et un autre a essayé de décrire un mécanisme mis en branle pour soigner la douleur. Un élève n'a pas su quoi répondre, et les deux autres ont fait un dessin de muscles en imaginant un mécanisme interne. Lorsqu'on leur a demandé pourquoi certains muscles grossissaient à l'effort, 2 élèves sur 5 ont dit que seuls les muscles mobilisés grossissaient, et 4 élèves sur 5 ont tenté d'identifier et/ou de situer certains muscles. Lorsqu'on leur a demandé pourquoi on est moins essoufflé à mesure que l'on fait de l'exercice, 4 élèves sur 5 ont dit que le corps s'habitue à l'effort, et 1 élève sur 5 a associé ce phénomène aux capacités cardiovasculaires qui sont sollicitées lors d'un exercice. Interrogés sur le fait qu'à force d'exercer un mouvement, notre corps arrive à le répéter sans qu'on « se regarde » le pratiquer, 1 élève sur 5 a dit que le cerveau enregistrerait le mouvement, 2 élèves sur 5 ont dit que le cerveau s'habitue au mouvement et 2 élèves sur 5 ont dit que le corps s'habitue au mouvement. Questionnés plus précisément sur l'origine de cette « mémoire », 2 élèves sur 5 ont fait le lien avec le cerveau et 3 élèves sur 5 ont dit que les muscles (ou le corps) avaient gardé en mémoire le mouvement. Lorsqu'on leur a demandé si le muscle endolori peut envoyer un message au cerveau, 4 élèves sur 5 ont affirmé que « oui », et 1 élève sur 5 a dit que seul le cerveau envoyait des messages. Ensuite, lorsqu'on les a questionnés sur le fait que certains muscles sont plus souples que d'autres, 2 élèves sur 5 ont dit que les muscles étaient plus élastiques, 2 élèves sur 5 ne savaient pas et 1 élève sur 5 a parlé des muscles, des tendons et des ligaments qui sont plus souples. Enfin, quand on leur a demandé si on peut rendre nos muscles plus élastiques, 5 élèves sur 5 ont dit qu'en pratiquant et en s'étirant, par la gymnastique notamment, on pouvait devenir plus souple. Ces réponses en main, Laurène a insisté sur le fait qu'ils devaient néanmoins aller faire d'autres recherches ailleurs : « Je ne peux pas écrire, ni toi [en parlant de Bruno], avec seulement ça, il faut qu'on aille faire des recherches à côté ». Bruno a acquiescé, en lui rappelant qu'il attendait d'autres informations de la chercheuse qu'il avait déjà contactée pour préparer un texte préliminaire. Nous avons effectivement insisté sur le fait qu'ils ne devaient pas mettre de côté leurs recherches habituelles pour nourrir leur processus d'écriture.

Nous présentons au tableau VI des pages 171 et 172 les trois versions du texte informatif. La première version du texte de réfutation, écrite par Bruno, est le texte qui est à l'origine des versions classiques et de la deuxième version de réfutation que nous avons composées. Dans ce tableau, nous avons placé chacune des parties du texte côte à côte, de manière à en faciliter la comparaison. Rappelons que l'annexe 6 présente la version originale de chaque texte.

Tableau VI : Trois versions du texte informatif sur les muscles et l'entraînement

Version classique	Première version du texte de réfutation	Deuxième version du texte de réfutation
<p><b>Quatre façons de s'adapter à un nouveau sport pour les muscles</b></p> <p><b>1. La réparation des courbatures fait mal</b>            Quand les muscles travaillent trop fort, des fibres musculaires subissent des microdéchirures. Toutefois, les courbatures surviennent un à deux jours plus tard. Les douleurs viennent donc de la réparation des muscles. En effet, le corps envoie plus de sang aux déchirures pour y amener des molécules de réparation. C'est ce surplus de liquide qui est douloureux, notamment en écrasant un peu les nerfs.            + <b>d'infos</b> : Quand le corps répare les fibres musculaires, il leur ajoute plus de protéines. Ces fibres deviennent alors plus fortes et plus solides, donc plus résistantes aux courbatures lors des entraînements suivants.</p>	<p><b>Quatre mythes sur les muscles et l'entraînement</b></p> <p><b>1. Les courbatures font mal parce que les muscles sont abîmés</b>  <b>Réalité</b> : C'est la réparation du muscle qui est douloureuse.  <b>Explication</b> : Quand les muscles travaillent trop fort, des fibres musculaires subissent des microdéchirures. Toutefois, les courbatures surviennent un à deux jours plus tard. Ce ne sont donc pas les microdéchirures qui provoquent la douleur. C'est plutôt leur réparation! Le corps leur envoie plus de sang pour y amener des molécules de réparation. C'est ce surplus de liquide qui est douloureux, notamment en écrasant un peu les nerfs.            + <b>d'infos</b> : Quand le corps répare les fibres musculaires, il leur ajoute plus de protéines. Ces fibres deviennent alors plus fortes et plus solides, donc plus résistantes aux courbatures lors des entraînements suivants.</p>	<p><b>Quatre idées fausses sur les muscles et l'entraînement</b></p> <p><b>1. Après de gros efforts, nos muscles font mal parce qu'ils sont abîmés : FAUX!</b>  <b>En réalité</b> : C'est la réparation du muscle qui cause la douleur.  <b>Explication</b> : On appelle courbatures des douleurs musculaires à la suite d'un gros travail. Quand les muscles travaillent trop fort, des fibres musculaires subissent des déchirures minuscules. Toutefois, les courbatures surviennent un à deux jours plus tard. Ce ne sont donc pas les déchirures qui provoquent la douleur. C'est plutôt leur réparation! Le corps leur envoie plus de sang pour y amener des molécules de réparation. C'est ce surplus de liquide qui est douloureux, notamment en écrasant un peu les nerfs.            + <b>d'infos</b> : Quand le corps répare les fibres musculaires, il leur ajoute plus de protéines. Ces fibres deviennent alors plus fortes et plus solides, donc plus résistantes aux courbatures lors des entraînements suivants.</p>
<p><b>2. Pour devenir plus souple, il faut apprendre aux muscles à s'étirer.</b>            Les muscles contiennent des détecteurs d'étirement, appelés fuseaux neuromusculaires. Quand les muscles s'étirent brusquement, les fuseaux neuromusculaires provoquent une contraction musculaire pour bloquer cet étirement. Grâce aux exercices d'assouplissement, les fuseaux neuromusculaires apprennent à laisser les muscles s'étirer plus. Donc, les mouvements sont plus amples et on est plus souple!</p>	<p><b>2. Pour devenir plus souple, il faut rendre les muscles plus élastiques.</b>  <b>Réalité</b> : Pour devenir plus souple, il faut atténuer un réflexe antiétirement musculaire.  <b>Explication</b> : Les muscles contiennent des détecteurs d'étirement, appelés fuseaux neuromusculaires. Quand les muscles s'étirent brusquement, les fuseaux neuromusculaires provoquent une contraction musculaire pour bloquer cet étirement. Grâce aux exercices d'assouplissement, les fuseaux neuromusculaires apprennent à laisser les muscles s'étirer plus. Donc, les mouvements sont plus amples et on est plus souple!</p>	<p><b>2. Pour devenir plus flexible, il faut rendre les muscles plus élastiques : FAUX!</b>  <b>En réalité</b> : Pour devenir plus flexible, il faut réduire un réflexe antiétirement musculaire.  <b>Explication</b> : Les muscles contiennent des détecteurs d'étirement, appelés fuseaux neuromusculaires. Quand les muscles s'étirent brusquement, les fuseaux neuromusculaires provoquent une contraction musculaire pour bloquer cet étirement. Grâce aux exercices d'assouplissement, les fuseaux neuromusculaires apprennent à laisser les muscles s'étirer plus. Donc, les mouvements sont plus amples et on est plus flexible!</p>

Tableau VI : Trois versions du texte informatif sur les muscles et l'entraînement (suite)

Version classique	Première version du texte de réfutation	Deuxième version du texte de réfutation
<p><b>3. En faisant du sport, on s'essouffle moins, car les muscles s'adaptent.</b>            Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Toutefois, les muscles des sportifs apprennent à puiser plus d'oxygène dans le sang. De plus, quand un sportif améliore ses techniques, ses muscles travaillent plus efficacement et consomment moins d'oxygène. Bref, on n'a plus besoin de respirer aussi vite pour alimenter les muscles en oxygène.  <b>+ d'infos :</b> En plus, les poumons d'un sportif laissent passer plus d'oxygène de l'air vers le sang. Et son cœur devient plus performant : chaque battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène, vers les muscles.</p>	<p><b>3. En faisant du sport, on s'essouffle moins, car les muscles s'habituent.</b>  <b>Réalité :</b> Les muscles ne s'habituent pas. Ils doivent plutôt s'adapter.  <b>Explication :</b> Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Toutefois, les muscles des sportifs apprennent à puiser plus d'oxygène dans le sang. De plus, quand un sportif améliore ses techniques, ses muscles travaillent plus efficacement et consomment moins d'oxygène. Bref, on n'a plus besoin de respirer aussi vite pour alimenter les muscles en oxygène.  <b>+ d'infos :</b> En plus, les poumons d'un sportif laissent passer plus d'oxygène de l'air vers le sang. Et son cœur devient plus performant : chaque battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène, vers les muscles.</p>	<p><b>3. En faisant du sport, on s'essouffle moins, car les muscles s'habituent : FAUX!</b>  <b>En réalité :</b> Les muscles ne s'habituent pas. Ils doivent plutôt s'adapter.  <b>Explication :</b> Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Toutefois, les muscles des sportifs apprennent à puiser plus d'oxygène dans le sang. De plus, quand un sportif améliore ses techniques, ses muscles travaillent plus efficacement et consomment moins d'oxygène. Bref, on n'a plus besoin de respirer aussi vite pour alimenter les muscles en oxygène.  <b>+ d'infos :</b> En plus, les poumons d'un sportif laissent passer plus d'oxygène de l'air vers le sang. Et son cœur devient plus performant : chaque battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène, vers les muscles.</p>
<p><b>4. Le cerveau enregistre un nouveau mouvement (ex. : une feinte), et voilà, on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait!</b>            Pour apprendre à faire une feinte au soccer, on doit d'abord regarder nos pieds pour les guider. Les muscles des jambes et des pieds effectuent le mouvement en se contractant et s'étirant. Leurs fuseaux neuromusculaires envoient les informations de contraction et d'étirement au cerveau. Celui-ci les mémorise comme un programme. Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui exécutent les mouvements.</p>	<p><b>4. En pratiquant un nouveau mouvement (ex. : une feinte), les muscles l'enregistrent et on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait.</b>  <b>Réalité :</b> C'est le cerveau qui enregistre les mouvements.  <b>Explication :</b> Pour apprendre à faire une feinte au soccer, on doit d'abord regarder nos pieds pour les guider. Les muscles des jambes et des pieds effectuent le mouvement en se contractant et s'étirant. Leurs fuseaux neuromusculaires envoient les informations de contraction et d'étirement au cerveau. Celui-ci les mémorise comme un programme. Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui exécutent les mouvements.</p>	<p><b>4. En pratiquant un nouveau mouvement (ex. : une feinte), les muscles l'enregistrent et on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait : FAUX!</b>  <b>En réalité :</b> C'est le cerveau qui enregistre les mouvements.  <b>Explication :</b> Pour apprendre à faire une feinte au soccer, on doit d'abord regarder nos pieds pour les guider. Les muscles des jambes et des pieds effectuent le mouvement en se contractant et s'étirant. Leurs fuseaux neuromusculaires envoient les informations de contraction et d'étirement au cerveau. Celui-ci les mémorise comme un programme. Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui exécutent les mouvements.</p>

De manière générale, les différences entre chaque version des textes se situent au niveau du titre général, des sous-titres, des énoncés des fausses conceptions, des réfutations et des courtes explications en introduction. Les raisons qui ont justifié ces choix seront exposées dans la section suivante, portant sur l'analyse des réponses recueillies chez les jeunes lecteurs. Comme nous l'avons déjà décrit aux deux premiers chapitres de cette thèse, la version classique ne présente pas la fausse conception et sa réfutation. Dans la première version de réfutation, Bruno utilise le mot « mythe » pour introduire une fausse conception fréquente chez les jeunes lecteurs. Dans la deuxième version que nous avons composée, nous avons préféré utiliser l'expression « idée fausse », puisque nous avons l'intuition que plusieurs jeunes lecteurs de cinquième année ne comprendraient pas la signification du mot « mythe ». De plus, nous avons pris soin d'écrire « faux » devant chaque idée fausse présentée afin de rappeler au lecteur qu'il s'agissait d'une fausse conception fréquente, et non d'un concept scientifique validé. Dans la première partie du texte portant sur l'origine de la douleur, nous avons également ajouté la définition d'une courbature : « On appelle courbatures des douleurs musculaires survenant à la suite d'un gros travail ». Nous avons pris cette liberté parce que la première version de Bruno tenait pour acquis que le lecteur connaissait la définition de ce mot. Dans la deuxième partie des textes, nous avons utilisé le mot « flexible » plutôt que « souple », parce que nous croyions qu'il était davantage utilisé par les jeunes de cet âge. Nous reviendrons sur ces nuances lors de la section suivante.

Le tableau VII des pages 175 à 177 présente les deux versions du texte narratif. La version de réfutation écrite par Laurène est le texte tiré de la version informative de Bruno, dont nous venons de traiter. Nous avons composé la version classique. Ici aussi, chacune des parties du texte ont été placées côte à côte de manière à en faciliter la comparaison. La version originale de chaque texte se trouve également à l'annexe 6.

Dans la version narrative de réfutation, le lecteur découvre Clémentine, une jeune hockeyeuse ayant d'affreuses « douleurs du lendemain ». En discutant avec son frère, Clémentine prétend qu'elle a certainement des déchirures aux muscles, tant la douleur est difficile à tolérer. Son frère croit plutôt qu'elle n'est pas habituée. Sceptique, elle décide d'en parler à son enseignant de sport, qui lui explique que c'est la réparation des fibres musculaires qui lui cause cette douleur. Contrairement aux textes informatifs, le mot « courbature » n'est pas utilisé dans ce



texte. Dans la version classique, nous n'avons pas présenté la fausse conception selon laquelle un muscle douloureux le lendemain d'une activité physique est un muscle abîmé. Clémentine n'a pas discuté avec son frère et a posé directement la question à son enseignant, qui n'a pas réfuté sa version et qui a simplement expliqué la cause de sa douleur. Comme la trame narrative s'y prêtait, Laurène a poursuivi avec l'essoufflement et l'adaptation des muscles à l'effort. Dans cette version, Clémentine suggère qu'un muscle peut s'habituer à travailler plus fort, et son enseignant lui explique que les muscles se transforment et apprennent à consommer moins d'oxygène. Dans notre version classique, nous n'avons pas présenté la fausse conception mais seulement l'explication. Après, Laurène a abordé le thème des exercices d'étirement et de la façon de s'y prendre pour faire le « grand écart ». En discutant avec son amie, Clémentine lui demande si ses muscles sont dorénavant plus élastiques. Son amie Charlotte lui explique qu'il faut apprendre aux détecteurs d'étirement à ne pas bloquer l'étirement pour arriver à faire le « grand écart ». Dans la version classique, nous avons repris l'explication, sans pour autant présenter la fausse conception et sa réfutation. Enfin, dans la dernière partie du texte de réfutation, l'enseignant de sport se joint aux deux filles pour discuter du fait que le corps enregistre le mouvement. Les filles croient que les muscles ont enregistré le mouvement, alors que l'enseignant leur explique plutôt que les muscles n'ont pas de mémoire, mais que les informations de contraction et d'étirement sont mémorisées par le cerveau. Encore une fois, la version classique présente uniquement l'explication. Les concepts introduits dans les deux versions narratives sont les mêmes. Toutefois, l'ordre des concepts diffère légèrement dans les versions informatives et narratives. Il est intéressant de noter ici que Laurène a choisi de faire intervenir un personnage, l'enseignant, qui fournit la « bonne » explication aux filles de l'histoire. Elle aurait tout aussi bien pu faire intervenir un enseignant qui n'avait aucune idée de la réponse ou qui aurait eu une conception erronée.

Tableau VII : Trois versions du texte narratif sur les muscles et l'entraînement

<b>J'ai mal partout ! (texte narratif classique)</b>	<b>J'ai mal partout ! (texte narratif de réfutation)</b>
<p><i>Driiiiiing !</i> Comme chaque matin d'école, le réveil de Clémentine sonne. Mais ce matin, Clémentine ne saute pas du lit comme d'habitude. Elle gémit et enfouit sa tête sous la couette. Elle est très fatiguée. Tellement fatiguée qu'il faudrait une grue pour la sortir du lit.</p> <p>Son père passe la tête par la porte :</p> <p>- Clémentiiiiiiiiine, tu vas être en retard !</p> <p>- C'est bon... j'arrive...</p> <p>Clémentine inspire un grand coup et se lève. À chaque pas, elle grimace. C'est qu'hier soir, pour la première fois, elle a joué au hockey... et ce matin, elle a mal partout ! En s'asseyant à table, elle soupire :</p> <p>- Oh la la, j'ai mal partout ! Aux jambes, aux bras et au dos ! Mais pourquoi ?</p> <p>Elle finit son déjeuner et se dépêche de partir pour l'école. Elle a hâte d'aller voir son professeur [enseignant] de sport pour lui en parler. Arrivée dans la cour, elle le voit au loin et se précipite vers lui. Enfin, pas trop vite quand même, elle a mal aux jambes !</p> <p>- Monsieur, monsieur, j'ai une question !</p> <p>- Tu es drôlement pressée... vas-y, je t'écoute !</p> <p>- Voilà. Hier soir, j'ai été à mon premier entraînement de hockey. Et ce matin, j'ai mal partout ! D'où vient cette douleur ?</p> <p>- Tu as déchiré des fibres de tes muscles en jouant au hockey hier soir. En ce moment, ton corps envoie plus de sang dans tes muscles pour réparer les déchirures. Et comme il y a plus de sang dans tes muscles, ça écrase un peu tes nerfs... et c'est ça qui te fait mal ! Mais tu verras, lors de ton prochain entraînement, tu auras moins mal, car tes fibres seront réparées et plus solides !</p>	<p><i>Driiiiiing !</i> Comme chaque matin d'école, le réveil de Clémentine sonne. Mais ce matin, Clémentine ne saute pas du lit comme d'habitude. Elle gémit et enfouit sa tête sous la couette. Elle est très fatiguée. Tellement fatiguée qu'il faudrait une grue pour la sortir du lit.</p> <p>Son père passe la tête par la porte :</p> <p>- Clémentiiiiiiiiine, tu vas être en retard !</p> <p>- C'est bon... j'arrive...</p> <p>Clémentine inspire un grand coup et se lève. À chaque pas, elle grimace. C'est qu'hier soir, pour la première fois, elle a joué au hockey... et ce matin, elle a mal partout ! En s'asseyant à table, elle soupire :</p> <p>- Oh la la, j'ai mal partout ! Aux jambes, aux bras et au dos ! Je crois que mes muscles sont tout abîmés...</p> <p>Son grand frère Charles-Olivier ricane :</p> <p>- Ben voyons, Clém, tu ne crois pas que tu exagères ? T'es juste pas habituée, c'est tout !</p> <p>- Non, je t'assure ! Mes muscles ont dû se déchirer.</p> <p>- Ou bien peut-être que c'est parce que tu n'as pas bu assez d'eau ?</p> <p>Clémentine est vraiment sceptique. Elle finit son déjeuner et se dépêche de partir pour l'école. Elle a hâte d'aller voir son professeur [enseignant] de sport. Arrivée dans la cour, elle le voit au loin et se précipite vers lui. Enfin, pas trop vite quand même, elle a mal aux jambes !</p> <p>- Monsieur, monsieur, j'ai une question !</p> <p>- Tu es drôlement pressée... vas-y, je t'écoute !</p> <p>- Voilà. Hier soir, j'ai été à mon premier entraînement de hockey. Et ce matin, j'ai mal partout ! Je crois que c'est parce que j'ai déchiré mes muscles, mais mon frère dit que c'est parce que je n'ai pas bu assez d'eau. Qui a raison ?</p> <p>- C'est vrai que tu as déchiré des fibres de tes muscles en jouant au hockey hier soir. Mais ce n'est pas la déchirure qui te fait mal. En réalité, en ce moment, ton corps envoie plus de sang dans tes muscles pour réparer les déchirures.</p> <p>- Mais pourquoi ça me fait mal, ça ?</p> <p>- Parce que comme il y a plus de sang dans tes muscles, ça écrase un peu tes nerfs... et c'est ça qui te fait mal ! Mais tu verras, lors de ton prochain entraînement, tu auras moins mal, car tes fibres seront réparées et plus solides !</p>

Tableau VII : Trois versions du texte narratif sur les muscles et l'entraînement (suite)

<b>J'ai mal partout ! (texte narratif classique)</b>	<b>J'ai mal partout ! (texte narratif de réfutation)</b>
<p>- Et est-ce que je serai moins essouffée aussi la prochaine fois ?                      - À force de faire du hockey, tu deviendras de moins en moins essouffée. Tes muscles vont se transformer.                      - Hein ? Comment ça ?                      - Si tu es essouffée, c'est parce que tes muscles manquent d'oxygène pour bien travailler. À force de jouer au hockey, tes muscles vont apprendre à absorber une plus grande quantité d'oxygène. En améliorant tes techniques, tes muscles vont moins forcer et vont donc consommer moins d'oxygène. Bref, tu auras moins besoin de respirer vite pour apporter de l'oxygène à tes muscles... et tu seras moins essouffée !                      - Merci Monsieur !</p>	<p>- Et est-ce que je serai moins essouffée aussi la prochaine fois ?                      - Peut-être pas la prochaine fois ! Mais à force de faire du hockey, tu deviendras de moins en moins essouffée !                      - Parce que mes muscles vont s'habituer ?                      - Non, en fait, les muscles ne s'habituent pas. Ils se transforment.                      - Hein ? Comment ça ?                      - Si tu es essouffée, c'est parce que tes muscles manquent d'oxygène pour bien travailler. À force de jouer au hockey, tes muscles vont apprendre à absorber une plus grande quantité d'oxygène. En améliorant tes techniques, tes muscles vont moins forcer et vont donc consommer moins d'oxygène. Bref, tu auras moins besoin de respirer vite pour apporter de l'oxygène à tes muscles... et tu seras moins essouffée !                      - Merci Monsieur ! J'ai hâte de raconter ça à mon frère !</p>
<p>Clémentine part vite retrouver son amie Charlotte.                      - Salut Charlotte ! Comme s'est passé ton cours de gymnastique, hier soir ?                      - Oh, pas mal... notre prof nous a fait faire des exercices d'étirement, pour nous préparer à la compétition de dimanche. C'est pas facile !                      - Pas facile, mais tu y arrives. Ce n'est pas donné à tout le monde de réussir le grand écart. Comment tu es arrivée à être aussi flexible?                      Charlotte adore expliquer aux autres ce qu'elle a appris. Elle prend un air savant et explique :                      - Les muscles peuvent s'étirer. Le problème, c'est que quand on étire nos muscles, les détecteurs d'étirement provoquent une contraction. Résultat : l'étirement est bloqué. Mais, à force de faire des étirements, les détecteurs d'étirement, qui s'appellent des fuseaux neuromusculaires, apprennent à tolérer les étirements et ils ne provoquent plus de contractions. Alors, nos muscles s'étirent plus et on devient plus flexible !</p>	<p>Clémentine part vite retrouver son amie Charlotte.                      - Salut Charlotte ! Comme s'est passé ton cours de gymnastique, hier soir ?                      - Oh, pas mal... notre prof nous a fait faire des exercices d'étirement, pour nous préparer à la compétition de dimanche. C'est pas facile !                      - Alors maintenant, tes muscles sont plus élastiques ?                      - Non, notre professeur [enseignant] nous a expliqué que les muscles ne sont pas élastiques.                      - Ah bon ? Mais comment on fait pour faire le grand écart alors ?                      Charlotte adore expliquer aux autres ce qu'elle a appris. Elle prend un air savant et explique :                      - Parce que les muscles peuvent s'étirer. Le problème, c'est que quand on étire nos muscles, les détecteurs d'étirement provoquent une contraction. Résultat : l'étirement est bloqué.                      - Mais alors, comment on fait pour devenir flexible si on ne peut pas étirer nos muscles ?                      - Tu vas voir ! En fait, à force de faire des étirements, les détecteurs d'étirement, qui s'appellent des fuseaux neuromusculaires, apprennent à tolérer les étirements et ils ne provoquent plus de contractions. Alors, nos muscles s'étirent plus et on devient plus flexible !</p>

Tableau VII : Trois versions du texte narratif sur les muscles et l'entraînement (suite)

<b>J'ai mal partout ! (texte narratif classique)</b>	<b>J'ai mal partout ! (texte narratif de réfutation)</b>
<p>- Ah d'accord ! Et maintenant, est-ce que tu te sens prête pour ta compétition?</p> <p>- Oui ! Depuis quelque temps, je n'ai plus besoin de regarder où je mets mes pieds sur la poutre. J'ai tout enregistré !</p> <p>- Ah oui, comment t'as fait ça?</p> <p>Le professeur [enseignant] de sport entend la conversation de Clémentine et Charlotte et s'approche :</p> <p>- Bonne question ! À votre avis, les filles, comment notre corps garde-t-il en mémoire nos mouvements?</p> <p>Les deux filles se regardent et haussent les épaules :</p> <p>- Euh... aucune idée!</p> <p>- Grâce à son cerveau! Au début, toi, Charlotte, tu devais regarder où tu mettais les pieds, n'est-ce pas?</p> <p>- Oh oui ! Sinon, je tombais tout le temps !</p> <p>- Au début, en effet, tu dois regarder ce que tu fais. Pour faire tes mouvements, tes muscles se contractent et s'étirent. Ils envoient les informations de contraction et d'étirement à ton cerveau. C'est donc le cerveau qui mémorise les mouvements.</p> <p>- Comme un programme d'ordinateur?</p> <p>- Oui, c'est exactement ça, comme un programme! Ensuite, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui font faire les mouvements, sans que tu aies besoin de les regarder !</p> <p>Clémentine rit :</p> <p>- Charlotte, j'espère que ton cerveau sera au point pour dimanche !</p> <p>- Il a intérêt !</p>	<p>- Ah d'accord ! Et maintenant, est-ce que tu te sens prête pour ta compétition?</p> <p>- Oui ! Depuis quelque temps, je n'ai plus besoin de regarder où je mets mes pieds sur la poutre, mes muscles ont tout enregistré !</p> <p>- Alors, ça veut dire que nos muscles ont de la mémoire?</p> <p>Le professeur [enseignant] de sport entend la conversation de Clémentine et Charlotte et s'approche :</p> <p>- Bonne question ! À votre avis, les filles, est-ce que les muscles ont de la mémoire?</p> <p>Les deux filles se regardent et haussent les épaules :</p> <p>- Euh... ben oui, sinon, comment le corps sait quels mouvements il doit faire?</p> <p>- Grâce à son cerveau! Au début, toi, Charlotte, tu devais regarder où tu mettais les pieds, n'est-ce pas ?</p> <p>- Oh oui ! Sinon, je tombais tout le temps !</p> <p>- Au début, en effet, tu dois regarder ce que tu fais. Pour faire tes mouvements, tes muscles se contractent et s'étirent. Ils envoient les informations de contraction et d'étirement à ton cerveau. C'est donc le cerveau qui mémorise les mouvements, pas les muscles.</p> <p>- Comme un programme d'ordinateur?</p> <p>- Oui, c'est exactement ça, comme un programme! Ensuite, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui font faire les mouvements, sans que tu aies besoin de les regarder !</p> <p>Clémentine rit :</p> <p>- Charlotte, j'espère que ton cerveau sera au point pour dimanche !</p> <p>- Il a intérêt !</p>

### 4.3 L'analyse des entrevues et des questionnaires

Une semaine avant les entrevues et les posttests, les élèves ont répondu aux prétests. Le jour de la lecture, les enseignants leur ont donné les directives habituelles<sup>91</sup>, et leur ont accordé le même temps pour lire et étudier le texte qu'on leur avait remis. Par la suite, les élèves ont passé les posttests, puis nous avons procédé aux entrevues. Lors des entrevues, les élèves étaient d'abord séparés par un isolement, et nous passions en revue chacune des quatre parties du texte avec eux. Les élèves devaient surligner le passage qui contredisait leurs idées de départ, surligner également (mais d'une autre couleur) les passages qu'ils ne comprenaient pas, et enfin, encadrer les mots qui constituaient des bris de compréhension. Puis, nous les interrogeons sur leurs réponses aux tests.

Afin de simplifier l'analyse des données, nous présenterons à la fois les données issues des entrevues en petits groupes et ceux des prétests et des posttests. Lorsque nous énumérerons les questions des tests, nous écrirons celles-ci en notes de bas de page afin de simplifier la présentation. Comme les vulgarisateurs scientifiques étaient les auteurs des textes de réfutation, nous avons voulu savoir quels avaient été les effets des différents textes sur un plus grand nombre d'élèves, plutôt que de nous limiter aux seuls questionnaires des élèves interviewés. Nous présentons donc ici une compilation de tous les questionnaires complétés.

En tout, ce sont 83 élèves de cinquième année qui ont répondu aux questionnaires. Le groupe d'élèves a été scindé en deux sous-groupes : 43 élèves ont lu des textes informatifs et 40 élèves ont lu des textes narratifs. Chaque sous-groupe a par la suite été divisé de nouveau. Environ la moitié des élèves ont lu une variante classique et l'autre, une variante de réfutation du même texte. Tous les élèves ont répondu à un même prétest et posttest afin d'évaluer l'impact de chacun de ces textes.

Au sein de ces questionnaires, nous avons retenu différentes questions pour chacun des quatre thèmes abordés dans les textes. Certaines questions ont nourri notre analyse et d'autres non. Par exemple, dans le prétest, nous avons questionné les lecteurs sur les sports qu'ils pratiquaient et

---

<sup>91</sup> Voir les directives pour la lecture du texte sur le béluga et le requin blanc.

le temps qu'ils y allouaient par semaine (questions 1 et 2), ou encore sur leurs connaissances générales des muscles (questions 10 et 11). Comme ces questions n'étaient pas liées directement à notre question de recherche, nous ne les avons pas utilisées. De plus, d'autres questions étaient trop ouvertes. C'était le cas des questions 13 et 18 du prétest. Ces questions comportaient une ou plusieurs sous-questions et la majorité des lecteurs n'y ont pas répondu. Nous avons donc décidé de ne pas en tenir compte pour notre analyse. Les versions originales du prétest et du posttest se trouvent à l'annexe 5.

Nous présentons ici les questions retenues en lien avec chaque thème. Dans la section sur l'origine de la douleur, nous avons retenu la question 7, qui demandait au lecteur si c'était vrai ou faux qu'une personne ayant déménagé la veille, et qui présente des douleurs, a des muscles abîmés. À la question 8 (question à développement), on demandait au lecteur d'expliquer ce qu'est une courbature et à quoi elle était due. Enfin, la question 15 (question à développement) allait encore plus loin et s'intéressait aux raisons qui expliquent qu'un muscle est plus fort après des courbatures. Ces questions réunies permettaient d'aller au-delà de la simple compréhension d'un texte et de mesurer si le lecteur était à même de comprendre les bienfaits d'une réparation musculaire. Dans la section sur la flexibilité et l'élasticité des muscles, la question 8 demandait au lecteur si c'était vrai ou faux qu'il faut entraîner nos muscles à être plus élastiques. Par ailleurs, la question 17 (question à développement) posait la même question, mais dans un angle différent, en demandant au lecteur pourquoi des muscles ne sont pas suffisamment souples. À la section sur l'adaptation des muscles à l'effort, la question 3 demandait au lecteur s'il est vrai ou faux qu'à force de courir, on est de moins en moins fatigué, car nos muscles s'habituent. Aussi, on demandait à la question 9 s'il est vrai ou faux que le cœur d'un sportif pompe plus de sang que le cœur d'une personne qui ne pratique pas de sport. Finalement, la question 16 (question à développement) allait plus loin en questionnant le lecteur sur ce qui se passe au niveau musculaire qui explique qu'on s'essouffle moins en pratiquant un sport. Dans la section sur l'enregistrement du mouvement, la question 5 demandait au lecteur s'il est vrai ou faux qu'à force d'exercer un mouvement précis, les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement et peuvent le répéter. Pour aller plus loin encore, la question 14 (question à développement) questionnait le lecteur sur la façon dont le corps d'un hockeyeur enregistre les mouvements pour manier le bâton et la rondelle.

À l'instar de Mikkilä-Erdmann (2001), nous avons identifié différents niveaux de formulation de réponses possibles. Un niveau de formulation est attribué en fonction des éléments de réponses fournies par l'élève. Plus le niveau de formulation de réponse est élevé, plus l'élève démontre une bonne capacité d'expliquer et de formuler sa réponse de manière intelligible et complète. Par exemple, à la question 8 du prétest, nous demandons à quoi une courbature est due. Le lecteur qui répondrait que cette douleur vient du fait que le muscle soit abîmé aurait la mention : réponse fautive. Au premier niveau de formulation de réponse (auquel nous attribuons « 1 sur 3 » ou 1/3), on s'attend à ce que le lecteur réponde que c'est la réparation des muscles qui fait mal. Puis, au second niveau de formulation (2/3), le lecteur est à même d'expliquer plus précisément l'origine de cette douleur : « La douleur vient de la réparation. Les nerfs sont écrasés. » Enfin, le lecteur qui atteint le plus haut niveau de formulation de réponse (3/3) est celui qui est capable d'expliquer que : « La douleur vient de la réparation. Le corps envoie plus de sang aux déchirures pour y amener des molécules de réparation. C'est ce liquide qui provoque une douleur en écrasant les nerfs ». Tout comme dans la recherche de Mikkilä-Erdmann (2001), nous avons voulu identifier quel pouvait être l'effet des différents textes sur l'évolution des conceptions des lecteurs. Nous avons misé sur quelques questions, certaines de type « vrai ou faux » et d'autres à développement, sur un même sujet. Pour évaluer l'évolution des conceptions des lecteurs, nous avons pris en compte leur niveau de formulation pour voir si, d'une manière générale, le niveau de formulation des élèves qui avaient lu un texte ou un autre était plus élevé.

Dans le tableau VIII, nous présentons les questions des prétests et posttests, de même que les différents niveaux de réponses recueillies pour chaque question. Dans la prochaine section, nous mènerons une comparaison entre les sous-groupes qui ont lu le texte classique et ceux qui ont lu le texte de réfutation afin de déterminer l'impact que les textes ont eu sur leurs conceptions scientifiques. D'abord, considérons les groupes « texte informatif ». Rappelons que la première version du texte de réfutation a été composée par Bruno, et que nous avons également composé une deuxième version de réfutation<sup>92</sup> à partir de son texte ainsi qu'une version classique.

---

<sup>92</sup> Dans le but de pousser un peu plus loin le texte de réfutation.

Tableau VIII : Niveaux de formulation des réponses aux différentes questions des tests

Question du prétest	Question du posttest	Niveau de formulation 1/3 (début de formulation d'idée)	Niveau de formulation 2/3 (bon niveau de formulation d'idée)	Niveau de formulation 3/3 (excellent niveau de formulation)
<b>A. L'origine de la douleur</b>				
7. Lors de son déménagement, Rémi a trop forcé. Les jours suivants, ses muscles lui font mal, car ils sont abîmés. V ou F	5. Lors de son déménagement, Rémi a trop forcé. Les jours suivants, ses muscles lui font mal, car ils sont abîmés. V ou F	Faux		
12. Qu'est-ce qu'une courbature? À quoi est-elle due?	8. Qu'est-ce qu'une courbature?	Douleur aux muscles qui ont été très sollicités	Douleur aux muscles qui ont été très sollicités sans avoir été préparés à l'effort (par des étirements, notamment)	Douleur aux muscles qui ont été très sollicités. Microdéchirures aux fibres musculaires
	8. À quoi est-elle due?	C'est la réparation qui fait mal.	La douleur vient de la réparation. Les nerfs sont écrasés.	La douleur vient de la réparation. Le corps envoie plus de sang aux déchirures pour y amener des molécules de réparation. C'est ce liquide qui provoque une douleur en écrasant les nerfs.
15. Pourquoi un muscle est-il plus fort après des courbatures?	13. Pourquoi un muscle est-il plus fort après des courbatures?	La réparation des muscles les rend plus forts.	Quand le corps répare les fibres musculaires, il y ajoute des protéines.	Quand le corps répare les fibres musculaires, il y ajoute des protéines. Ces fibres deviennent plus fortes, donc plus résistantes aux courbatures.
<b>B. La flexibilité et l'élasticité des muscles</b>				
8. Pour arriver à faire la « split », il faut s'entraîner à rendre nos muscles plus élastiques. V ou F	6. Pour arriver à faire la « split », il faut s'entraîner à rendre nos muscles plus élastiques. V ou F	Faux		
17. Selon toi, pourquoi ses muscles n'ont pas été suffisamment souples (...)?	15. Selon toi, pourquoi ses muscles n'ont pas été suffisamment souples (...)?	Sara ne s'est pas bien étirée (exercices d'assouplissement).	En faisant des mouvements brusques, les faisceaux neuromusculaires ont bloqué l'étirement.	En faisant des mouvements brusques, les faisceaux neuromusculaires ont provoqué une contraction musculaire et bloqué l'étirement.



Tableau VIII : Niveaux de formulation des réponses aux différentes questions des tests (suite)

Question du prétest	Question du posttest	Niveau de formulation 1/3 (début de formulation d'idée)	Niveau de formulation 2/3 (bon niveau de formulation d'idée)	Niveau de formulation 3/3 (excellent niveau de formulation)
<b>C. L'adaptation des muscles à l'effort</b>				
3. En s'entraînant progressivement à courir, on est de moins en moins fatigué à l'effort, car les muscles de nos jambes s'habituent. V ou F	1. En s'entraînant progressivement à courir, on est de moins en moins fatigué à l'effort, car les muscles de nos jambes s'habituent. V ou F	Faux		
16. Plus on pratique un sport, moins on s'essouffle. Que se passe-t-il au niveau des muscles pour expliquer cela?	11. Plus on pratique un sport, moins on s'essouffle. Que se passe-t-il au niveau des muscles pour expliquer cela?	Le cœur pompe plus de sang. Les muscles des sportifs travaillent plus efficacement.	Le cœur pompe plus de sang. Les poumons des sportifs laissent passer plus d'oxygène.	Les muscles des sportifs puisent plus d'oxygène dans le sang et en consomment moins. Il faut donc moins de respiration pour alimenter les muscles.
9. Le cœur d'un sportif pompe plus de sang que le cœur d'une personne qui ne pratique pas de sport. V ou F	7. Le cœur d'un sportif pompe plus de sang que le cœur d'une personne qui ne pratique pas de sport. V ou F	Vrai		
<b>D. L'enregistrement du mouvement</b>				
5. À force d'exercer un mouvement précis, les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement et peuvent le répéter. V ou F	3. À force d'exercer un mouvement précis, les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement et peuvent le répéter. V ou F	Faux		
14. Un hockeyeur apprend à manier le bâton tout en contrôlant la rondelle. Avec de la pratique, il n'a plus besoin de fixer la rondelle. Ainsi, il peut regarder devant lui et lancer au but ou éviter un joueur. Comment son corps a-t-il enregistré les mouvements pour manier le bâton et la rondelle?	12. Un hockeyeur apprend à manier le bâton tout en contrôlant la rondelle. Avec de la pratique, il n'a plus besoin de fixer la rondelle. Ainsi, il peut regarder devant lui et lancer au but ou éviter un joueur. Comment son corps a-t-il enregistré les mouvements pour manier le bâton et la rondelle?	Le cerveau enregistre un nouveau mouvement.	Le cerveau enregistre le mouvement et envoie un message aux muscles, puis en reçoit des muscles.	Les fuseaux neuromusculaires envoient le signal de contraction et d'étirement au cerveau. Le cerveau le mémorise comme un programme, puis le cerveau déclenche ce programme de contraction et d'étirement des muscles.

### 4.3.1 Groupes « texte informatif »

13 élèves ont participé aux entrevues, soit 6 issus du groupe « texte classique » et 7 issus du groupe « texte de réfutation » (4 élèves pour la première version de réfutation et 3 élèves pour la deuxième version de réfutation). Également, 43 élèves ont lu les textes informatifs, soit 15 pour la variante classique, 14 pour la première variante de réfutation et 14 pour la deuxième variante de réfutation.

#### A. L'origine de la douleur

Dans le groupe « texte classique », 4 élèves sur 6 ont identifié le passage : « C'est ce surplus de liquide qui provoque une douleur, notamment en écrasant un peu les nerfs [...] » comme contredisant leurs idées de départ, alors que 2 élèves sur 6 ont plutôt identifié : « Les courbatures viennent de la réparation des muscles et se font sentir un à deux jours plus tard ». Lorsque interrogés à ce sujet, les 2 élèves nous ont mentionné qu'ils confondaient crampe et courbature. Aussi, un élève a dit : « Je ne pensais pas que ça avait un lien avec le liquide, mais juste le fait de trop travailler », et un autre : « Je pensais que ça venait d'un effort supplémentaire, pas d'une réparation ». Dans le groupe « texte de réfutation », 4 élèves sur 7 ont également été surpris d'apprendre que la réparation était douloureuse, et une élève a pu mettre en évidence la distinction entre crampe et courbature. Seuls les élèves du groupe « texte classique » ont identifié un passage qui n'était pas clair pour eux. 2 élèves sur 6 n'ont pas compris la phrase sur le surplus de liquide, 2 élèves sur 6 n'ont pas compris la phrase : « [...] le corps envoie plus de sang aux déchirures pour y amener des molécules de réparation », et 1 élève sur 6 n'a pas compris la phrase : « Quand le corps répare les fibres musculaires, il leur ajoute plus de protéines ». Questionnés sur ce qui rendait ces phrases incompréhensibles, un élève a dit ne pas comprendre ce qu'on entendait par « molécule de réparation », un autre ne comprenait pas le sens du mot molécule et un dernier nous a dit : « Je croyais qu'on faisait une simple réparation (de ce qui est brisé), je ne vois pas pourquoi ajouter des protéines peut aider ». Dans le groupe « texte de réfutation », une élève ne comprenait pas que des fibres musculaires subissent des microdéchirures, principalement parce qu'elle ne savait pas ce qu'est une fibre. Il se dégage de ces données un constat clair : le niveau de formulation n'était pas adapté à celui des élèves, peu importe la version de texte proposée. Essentiellement, ce n'est qu'au niveau du titre et du sous-titre que la réfutation était menée. Comme l'intention du texte de réfutation de Bruno était de

présenter des fausses conceptions fréquentes sur les muscles et l'entraînement, le titre et les sous-titres introduisaient des fausses conceptions, que l'auteur déconstruisait plus loin dans les sous-titres (revoir le tableau VI). Nous verrons plus loin que la première version de réfutation<sup>93</sup> a engendré une certaine confusion dans l'esprit des lecteurs, parce qu'on prenait pour acquis que les élèves connaissaient la signification du mot « mythe » dans le titre et qu'ils se souviendraient que chaque sous-titre présentait un mythe, et donc une fausse conception. De plus, les concepts de microdéchirures, courbatures, molécules, fibres et protéines n'étaient pas définis. Avec autant de nouveaux concepts, il aurait fallu faire un choix pour ne pas déstabiliser les élèves. Par exemple, on aurait très bien pu parler de muscle plutôt que de fibre musculaire. Qui plus est, il aurait fallu d'entrée de jeu distinguer une courbature d'une crampe musculaire. Considérons maintenant les réponses aux tests<sup>94</sup>.

À la question Q7PRÉ-Q5POST<sup>95</sup> (voir le tableau IX), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 5 avaient une réponse erronée et 10 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 6 avaient une réponse erronée et 9 avaient une bonne réponse. Le texte classique ne semble donc pas avoir eu d'impact significatif sur les réponses des élèves. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 4 avaient une réponse erronée et 10 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 3 avaient une réponse erronée et 11 avaient une bonne réponse. Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 4 avaient une réponse erronée et 10 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 1 avait une réponse erronée et 13 avaient une bonne réponse. Les trois textes (classique, première et deuxième versions de réfutation) étaient les mêmes, seuls les titres différaient. Dans le texte classique, le sous-titre : « La réparation des courbatures fait mal » se distingue du sous-titre de la première version du texte de réfutation : « Les courbatures font mal parce que les muscles sont abîmés. Réalité : C'est la réparation du muscle qui est douloureuse », et de la deuxième

---

<sup>93</sup> Écrite par Bruno Lamolet

<sup>94</sup> Nous rappelons que le tableau VIII présente les niveaux de formulation des réponses aux différentes questions.

<sup>95</sup> *Lors de son déménagement, Rémi a trop forcé. Les jours suivants, ses muscles lui font mal, car ils sont abîmés. V ou F.*

version du texte de réfutation : « Après de gros efforts, nos muscles font mal parce qu'ils sont abîmés : FAUX! En réalité : c'est la réparation du muscle qui cause la douleur ». Dans les trois groupes, les élèves avaient majoritairement une bonne conception au départ (10 élèves par groupe avaient une bonne conception). Nous n'observons pas d'effets particuliers reliés aux différentes versions du texte, si ce n'est que la deuxième version du texte de réfutation semble avoir été légèrement plus efficace pour générer des bonnes réponses.

Tableau IX : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 7 et 5

Élève TIC1	Q7 PRÉ	Q5 POST	Élève TR1	Q7 PRÉ	Q5 POST	Élève TR2	Q7 PRÉ	Q5 POST
CL83	F*	F*	NP70	F*	V!	MB89	V!	F*
MB74	F*	F*	JM82	V!	V!	DL85	F*	F*
EH91	V!	V!	DC80	F*	F*	MG88	V!	F*
AP80	F*	F*	AL83	V!	V!	OP87	F*	F*
EB69	F*	F*	EQ94	F*	F*	CG81	F*	F*
GD65	F*	F*	PL91	V!	F*	WM76	F*	F*
MO73	V!	V!	SM76	F*	F*	EP68	F*	F*
MC86	V!	V!	AL94	F*	F*	HT82	F*	F*
CG70	F*	F*	AI70	F*	F*	EC80	F*	F*
AB86	F*	V!	EF81	F*	F*	VB84	V!	V!
YD 90	F*	F*	AH89	F*	F*	WJ85	V!	F*
GD78	V!	V!	FM93	F*	F*	EG69	F*	F*
AH85	V!	V!	VF82	V!	F*	MC76	F*	F*
LM66	F*	F*	PB83	F*	F*	ER78	F*	F*
GD82	F*	F*						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation  
 ? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

À la question Q12PRÉ-Q8POST<sup>96</sup> (voir le tableau X), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 13 n'avaient aucune idée, 2 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, et aucun élève n'avait un début de formulation de réponse. Au posttest, 8 n'avaient aucune idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 1 avait un début de formulation de réponse, 1 avait un bon niveau de formulation de réponse et 2 avaient un excellent niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, 11 n'avaient aucune idée, 3 avaient un ou des

<sup>96</sup> *Qu'est-ce qu'une courbature? À quoi est-elle due?*

élément(s) erroné(s) dans leur réponse et aucun élève n'avait un début de formulation de bonne réponse. Au posttest, 1 n'avait aucune idée, 2 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 3 avaient un début de formulation de réponse, 4 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 4 avaient un excellent niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, 7 n'avaient aucune idée, 5 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 2 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 3 n'avaient aucune idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 4 avaient un début de formulation de réponse, 2 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 2 avaient un excellent niveau de formulation de réponse.

Tableau X : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 12 et 8

Élève TICI	Q12 PRÉ	Q8 POST	Élève TR1	Q12 PRÉ	Q8 POST	Élève TR2	Q12 PRÉ	Q8 POST
CL83	?	3/3*	NP70	?	!	MB89	?	2/3*
MB74	?	!	JM82	!	2/3*	DL85	?	!
EH91	?	?	DC80	?	3/3*	MG88	?	1/3*
AP80	!	1/3*	AL83	?	1/3*	OP87	1/3*	1/3*
EB69	?	!	EQ94	?	2/3*	CG81	!	1/3*
GD65	?	?	PL91	?	3/3*	WM76	?	!
MO73	?	?	SM76	?	2/3*	EP68	?	?
MC86	?	?	AL94	?	1/3*	HT82	!	3/3*
CG70	?	?	AI70	!	?	EC80	!	!
AB86	?	3/3*	EF81	!	!	VB84	?	1/3*
YD 90	?	?	AH89	?	2/3*	WJ85	?	?
GD78	?	?	FM93	?	1/3*	EG69	!	?
AH85	?	!	VF82	?	3/3*	MC76	1/3*	2/3*
LM66	?	?	PB83	?	3/3*	ER78	!	3/3*
GD82	!	2/3*						

**Légende :**

TICI : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation

? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

Bien que les connaissances des trois groupes de lecteurs se soient améliorées, on remarque que le niveau de formulation des réponses est meilleur chez les lecteurs qui ont lu les textes de réfutation, et particulièrement les lecteurs de la première version du texte de réfutation. Comme l'origine de la douleur était le premier sujet abordé dans chaque variante du texte, on peut penser que les élèves qui ont bien saisi ce qu'était un mythe ont pu faire le lien avec le sous-titre : « Les

courbatures font mal parce que les muscles sont abîmés ». Ainsi, en raison de la position du sous-titre par rapport au titre : « Quatre mythes sur les muscles et l'entraînement », il est possible que les lecteurs aient fait le lien et que cela ait eu un effet similaire au « FAUX! » ajouté après chaque sous-titre de la deuxième variante de réfutation.

Tableau XI : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 15 et 13

Élève TIC1	Q15 PRÉ	Q13 POST	Élève TR1	Q15 PRÉ	Q13 POST	Élève TR2	Q15 PRÉ	Q13 POST
CL83	?	!	NP70	?	2/3*	MB89	?	2/3*
MB74	?	3/3*	JM82	!	3/3*	DL85	?	?
EH91	?	?	DC80	?	3/3*	MG88	?	?
AP80	?	2/3*	AL83	?	?	OP87	?	?
EB69	?	?	EQ94	1/3*	3/3*	CG81	!	3/3*
GD65	?	?	PL91	1/3*	1/3*	WM76	?	?
MO73	?	?	SM76	?	?	EP68	?	?
MC86	?	?	AL94	?	?	HT82	!	3/3*
CG70	?	!	AI70	?	?	EC80	?	?
AB86	?	3/3*	EF81	?	?	VB84	?	?
YD 90	?	?	AH89	?	?	WJ85	?	?
GD78	!	?	FM93	?	3/3*	EG69	?	?
AH85	?	?	VF82	?	2/3*	MC76	?	!
LM66	?	?	PB83	?	3/3*	ER78	?	3/3*
GD82	?	2/3*						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation

? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

À la question Q15PRÉ-Q13POST<sup>97</sup> (voir le tableau XI), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 14 n'avaient pas d'idée et 1 avait une réponse erronée. Au posttest, 9 n'avaient aucune idée, 2 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, aucun élève n'avait un début de formulation de réponse, 2 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 2 avaient un excellent niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, 11 n'avaient aucune idée, 1 avait un ou des élément(s) erroné(s) dans sa réponse et 2 avaient un début de formulation de réponse juste. Au posttest, 6 n'avaient aucune idée, aucun élève n'avait un ou des élément(s) erroné(s)

<sup>97</sup> Pourquoi un muscle est-il plus fort après une courbature?

dans sa réponse, 1 avait un début de formulation de réponse, 2 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 5 avaient un excellent niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, 12 n'avaient aucune idée et 2 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse. Au posttest, 9 n'avaient aucune idée, 1 avait un ou des élément(s) erroné(s) dans sa réponse, 1 avait un bon niveau de formulation de réponse et 3 avaient un excellent niveau de formulation de réponse. Le niveau de difficulté de cette question est plus élevé que celui des questions précédentes. L'explication était contenue dans le dernier paragraphe de cette section, après la mention : « +d'infos ». Ce paragraphe était identique dans les trois variantes textuelles. Nous avons noté des résultats similaires au sein des trois variantes.

#### B. La flexibilité et l'élasticité des muscles

Dans le groupe « texte classique », seulement 1 élève sur 6 a surligné : « [...] les fuseaux neuromusculaires provoquent la contraction musculaire pour bloquer cet étirement » comme étant un passage qui contredisait sa pensée. 1 élève sur 6 a surligné les deux premières phrases dans lesquelles on apprend que des détecteurs d'étirement bloquent l'étirement. Dans le groupe « texte de réfutation », 2 élèves sur 7 ont surligné la phrase qui porte sur le blocage de l'étirement et 1 élève sur 7 a surligné la phrase qui stipule que les fuseaux neuromusculaires apprennent à laisser les muscles s'étirer davantage. Essentiellement, ce n'est pas surprenant que l'existence de bloqueurs d'étirement contredise les idées de départ des élèves. Toutefois, ce qui est frappant ici, c'est le peu d'élèves qui ont répondu en ce sens. Lors des entrevues, dans les deux groupes, cela faisait consensus qu'ils croyaient qu'en faisant des exercices d'étirement, ils arriveraient à devenir plus souples; mais personne ne croyait que des détecteurs bloquaient l'étirement. Nous avons d'ailleurs obtenu pareil résultat lors de la sollicitation des conceptions des élèves en petit groupe au début du processus d'écriture du texte.<sup>98</sup> Cela est probablement attribuable au fait qu'ici encore, plusieurs concepts n'étaient pas définis au sein du texte, notamment : réflexe antiétirement musculaire, détecteur d'étirement, fuseaux neuromusculaires et exercices d'assouplissement. Dans les deux groupes, les élèves nous ont dit ne pas être capables de s'imaginer un fuseau neuromusculaire, ni de s'expliquer son fonctionnement. Dans le groupe

---

<sup>98</sup> Voir le tableau V

« texte de réfutation », 3 élèves sur 7 ne comprenaient pas la phrase : « [...] pour devenir souple, il faut atténuer le réflexe antiétirement musculaire ». En questionnant ces élèves, cela nous a permis de réaliser que 2 d’entre eux ne savaient pas la signification du mot « atténuer ». Aussi, une élève nous a dit ne pas comprendre ce que signifiait le mot « ample ». Dans notre version du texte de réfutation, nous avons remplacé le mot « souple » par « flexible », mais en questionnant les élèves des deux groupes, nous avons réalisé qu’ils comprenaient bien la signification de ces deux mots. Pendant l’entrevue du groupe « texte de réfutation », Bruno a soulevé l’idée de remplacer « atténuer le réflexe antiétirement » par « apprendre à moins bloquer l’étirement ». Cette explication simplifiée semblait beaucoup plus claire pour les élèves qui participaient à l’entrevue de groupe.

Tableau XII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 8 et 6

Élève TIC1	Q8 PRÉ	Q6 POST	Élève TR1	Q8 PRÉ	Q6 POST	Élève TR2	Q8 PRÉ	Q6 POST
CL83	V!	V!	NP70	F*	V!	MB89	V!	V!
MB74	V!	V!	JM82	V!	V!	DL85	V!	F*
EH91	V!	V!	DC80	V!	V!	MG88	V!	F*
AP80	V!	V!	AL83	V!	V!	OP87	V!	F*
EB69	V!	F*	EQ94	V!	F*	CG81	V!	F*
GD65	V!	V!	PL91	V!	V!	WM76	V!	F*
MO73	V!	V!	SM76	V!	F*	EP68	V!	F*
MC86	V!	V!	AL94	V!	F*	HT82	V!	F*
CG70	V!	F*	AI70	V!	F*	EC80	V!	F*
AB86	V!	V!	EF81	V!	V!	VB84	V!	F*
YD 90	V!	V!	AH89	V!	F*	WJ85	V!	F*
GD78	V!	V!	FM93	?	V!	EG69	V!	F*
AH85	V!	V!	VF82	F*	F*	MC76	V!	F*
LM66	V!	V!	PB83	V!	F*	ER78	V!	F*
GD82	V!	V!						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation  
 ? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

À la question Q8PRÉ-Q6POST<sup>99</sup> (voir le tableau XII), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, aucun élève n’avait pas d’idée et 15 avaient une réponse erronée. Au posttest, aucun élève n’avait pas d’idée, 13 avaient une réponse erronée et 2 avaient

<sup>99</sup> Pour arriver à faire la « split », il faut s’entraîner à rendre nos muscles plus élastiques. V ou F



une bonne réponse. Le texte classique ne semble donc pas avoir eu d'impact significatif sur les réponses des élèves. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, 1 n'avait pas d'idée, 11 avaient une réponse erronée et 2 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 7 avaient une réponse erronée et 7 avaient une bonne réponse. Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, aucun élève n'avait pas d'idée et 14 avaient une réponse erronée. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 1 avait une réponse erronée et 13 avaient une bonne réponse. Dans ce cas, la deuxième version du texte de réfutation s'est avérée très efficace pour faire changer les conceptions des lecteurs. Ici encore, le texte est le même dans les trois variantes, seuls les sous-titres changent. Dans le texte classique, on trouve le sous-titre : « Pour devenir plus souple, il faut apprendre aux muscles à s'étirer ». Dans la première version du texte de réfutation, on tient pour acquis que le lecteur se souvient que les sous-titres représentent des mythes : « Pour devenir plus souple, il faut rendre les muscles plus élastiques. Réalité : Pour devenir plus souple, il faut atténuer un réflexe antiétirement musculaire ». Enfin, la deuxième version du texte de réfutation se distingue de la première parce que ce texte réitère que cette conception est fautive : « Pour devenir plus souple, il faut rendre les muscles plus élastiques : FAUX! » Les résultats suggèrent que cette mention a eu de l'importance auprès des lecteurs, qui ont très massivement changé d'idée.

À la question Q17PRÉ-Q15POST<sup>100</sup> (voir le tableau XIII), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 3 n'avaient pas d'idée et 12 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 5 n'avaient aucune idée, 9 avaient un début de formulation de réponse et 1 avait un bon niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 11 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 2 n'avaient aucune idée, 1 avait un ou des élément(s) erroné(s) dans sa réponse, 10 avaient un début de formulation de réponse et 1 avait un excellent niveau de

---

<sup>100</sup> *La sœur de Sara est une gymnaste expérimentée, elle peut exécuter avec aisance différentes figures. Sara n'a jamais fait de gymnastique, mais elle aimerait bien arriver à faire le 'pont' en courbant le dos elle aussi. Toute la soirée, elle tente tant bien que mal d'y arriver, mais sans succès. Le lendemain, elle a très mal au dos et elle est très découragée. Selon toi, pourquoi ses muscles n'ont pas été suffisamment flexibles (souples)?*

formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, 4 n'avaient aucune idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 7 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 3 n'avaient aucune idée, 1 avait un ou des élément(s) erroné(s) dans sa réponse, 7 avaient un début de formulation de réponse, 2 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 1 avait un excellent niveau de formulation de réponse. Une fois de plus, la deuxième version du texte de réfutation semble avoir été plus efficace que les 2 autres variantes textuelles.

Tableau XIII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 17 et 15

Élève TIC1	Q17 PRÉ	Q15 POST	Élève TR1	Q17 PRÉ	Q15 POST	Élève TR2	Q17 PRÉ	Q15 POST
CL83	1/3*	1/3*	NP70	1/3*	1/3*	MB89	1/3*	2/3*
MB74	1/3*	2/3*	JM82	1/3*	1/3*	DL85	!	1/3*
EH91	1/3*	?	DC80	1/3*	1/3*	MG88	!	1/3*
AP80	?	?	AL83	1/3*	?	OP87	1/3*	1/3*
EB69	1/3*	1/3*	EQ94	1/3*	3/3*	CG81	1/3*	3/3*
GD65	?	?	PL91	!	1/3*	WM76	1/3*	1/3*
MO73	1/3*	1/3*	SM76	1/3*	1/3*	EP68	?	?
MC86	1/3*	1/3*	AL94	!	!	HT82	?	2/3*
CG70	?	?	AI70	1/3*	1/3*	EC80	1/3*	1/3*
AB86	1/3*	1/3*	EF81	1/3*	1/3*	VB84	?	?
YD 90	1/3*	1/3*	AH89	!	?	WJ85	1/3*	1/3*
GD78	1/3*	1/3*	FM93	1/3*	1/3*	EG69	!	?
AH85	1/3*	1/3*	VF82	1/3*	1/3*	MC76	?	!
LM66	1/3*	?	PB83	1/3*	1/3*	ER78	1/3*	1/3*
GD82	1/3*	1/3*						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation  
 ? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux  
 1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

C. L'adaptation des muscles à l'effort

Dans cette section, les deux groupes d'élèves semblent avoir de la difficulté à comprendre le lien entre le gaz qu'ils respirent (l'oxygène) et les muscles. Dans le groupe « texte classique », 3 élèves sur 6 n'arrivaient pas à comprendre la phrase : « Toutefois, les muscles des sportifs apprennent à puiser plus d'oxygène dans le sang » et 4 élèves sur 6 ont trouvé que les 2 phrases suivantes contredisaient leurs idées de départ : « En plus, les poumons d'un sportif laissent passer plus d'oxygène de l'air vers le sang. Et son cœur devient plus performant : chaque

battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène vers les muscles ». À cet effet, au sein du groupe « texte classique », un élève s'est demandé pourquoi on voulait avoir plus d'oxygène dans les muscles. Dans le groupe « texte de réfutation », une élève s'est demandé quel lien il y avait entre l'oxygène (qu'on respire) et l'oxygène dans le sang. Une autre élève du groupe « texte de réfutation » ne comprenait pas le mot « performant ». Aussi, dans chacun des groupes, un élève a eu un bris de compréhension au mot « puiser ». Devant autant de questions, Bruno a précisé le trajet emprunté par l'oxygène de l'air au sang. Il se dégage de ces échanges un constat semblable à ce que nous avons observé précédemment, mais pour des raisons différentes. Ici, les élèves sont familiers avec les mots utilisés mais n'ont pas les connaissances de base nécessaires sur le fonctionnement du système cardiovasculaire pour bien comprendre.

Tableau XIV : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 3 et 1

Élève TIC1	Q3 PRÉ	Q1 POST	Élève TR1	Q3 PRÉ	Q1 POST	Élève TR2	Q3 PRÉ	Q1 POST
CL83	V!	V!	NP70	V!	V!	MB89	V!	F*
MB74	V!	V!	JM82	V!	V!	DL85	V!	F*
EH91	F*	V!	DC80	V!	F*	MG88	V!	F*
AP80	V!	V!	AL83	V!	V!	OP87	V!	F*
EB69	V!	V!	EQ94	F*	F*	CG81	V!	F*
GD65	V!	V!	PL91	V!	F*	WM76	V!	F*
MO73	V!	V!	SM76	V!	V!	EP68	V!	F*
MC86	V!	V!	AL94	V!	V!	HT82	V!	F*
CG70	V!	V!	AI70	V!	V!	EC80	V!	F*
AB86	V!	V!	EF81	V!	V!	VB84	V!	F*
YD 90	V!	V!	AH89	V!	V!	WJ85	V!	F*
GD78	V!	V!	FM93	V!	V!	EG69	V!	V!
AH85	V!	V!	VF82	V!	F*	MC76	V!	F*
LM66	V!	V!	PB83	V!	F*	ER78	V!	F*
GD82	V!	F*						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation  
 ? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

La question Q3PRÉ-Q1POST<sup>101</sup> (voir le tableau XIV) a permis de relever une ambiguïté dans la première version du texte de réfutation entre les mots « adapter » et « habituer ». Lorsque

<sup>101</sup> *En s'entraînant progressivement à courir, on est de moins en moins fatigué, car les muscles de nos jambes s'habituent. V ou F*

Bruno écrit : « Les muscles ne s'habituent pas. Ils doivent plutôt s'adapter », il veut insister sur le fait que les muscles ne s'accommodent pas du manque d'oxygène, mais qu'ils développent plutôt des mécanismes pour travailler plus efficacement. D'une manière implicite, il en fait la mention dans son texte en soulignant que lorsqu'on s'essouffle, on respire davantage pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Il demeure néanmoins que s'habituer est une manière de réaliser une adaptation. Dans sa version, Laurene a plutôt utilisé le mot « transforme » qui montre bien que le muscle ne fait pas que tolérer la douleur. Sur les 14 élèves qui ont répondu « vrai » au prétest et qui ont lu par la suite le texte classique, 1 seul a écrit « faux » lors du posttest. Et pour cause, la nuance n'était pas bien définie dans le texte. On mentionne simplement que les muscles s'adaptent. Aussi, peu d'élèves qui ont lu la première variante de réfutation semblent avoir compris cette nuance. Il faut dire que le sous-titre (qui présente une des quatre fausses conceptions) n'est pas très explicite : « En faisant du sport, on s'essouffle moins, car les muscles s'habituent ». Des 13 élèves qui ont répondu « vrai » au prétest, seuls 4 élèves ont répondu « faux » au posttest. Dans la deuxième variante de réfutation, la situation est toute autre. Des 14 élèves qui ont répondu « vrai » au prétest, 13 élèves ont changé pour « faux » au posttest. Essentiellement, nous avons repris le même texte que Bruno pour cette section, mais nous avons ajouté la mention « FAUX! » au sous-titre, ce qui donnait : « En faisant du sport, on s'essouffle moins, car les muscles s'habituent : FAUX! », et nous avons ajouté « en » devant « réalité ». Également, nous avons changé le titre de l'article de la première version du texte de réfutation (de Bruno) : « Quatre mythes sur les muscles et l'entraînement » pour « Quatre idées fausses sur les muscles et l'entraînement ». Nous avons aussi apporté ces nuances à la deuxième version du texte de réfutation, afin de rendre plus explicite le fait qu'il s'agisse de fausses idées, mais aussi parce que nous avons la conviction que le concept de « mythe » n'était pas très clair dans l'esprit des élèves de ce niveau d'âge. Dans le questionnaire, lorsque nous avons demandé aux élèves d'expliquer en quoi consistait un « mythe », sur les 83 élèves qui ont participé à cette recherche, à peine 57 % étaient à même de donner une bonne explication. Lors des entrevues du groupe « texte classique » et des groupes « texte de réfutation », quelques élèves ont reconnu qu'ils ne connaissaient pas la signification du mot « mythe ».

À la question Q16PRÉ-Q11POST<sup>102</sup> (voir le tableau XV), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 8 n'avaient aucune idée, 5 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 2 avaient un bon élément de réponse. Au posttest, 5 n'avaient aucune idée, 6 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 4 avaient un début de formulation de réponse. Il ne semble donc pas y avoir eu d'impact significatif chez les élèves suite à la lecture du texte classique. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, 7 n'avaient aucune idée, 2 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 5 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 1 n'avait aucune idée, 2 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 4 avaient un début de formulation de réponse, 6 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 1 élève avait un excellent niveau de formulation de réponse.

Tableau XV : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 16 et 11

Élève TIC1	Q16 PRÉ	Q11 POST	Élève TR1	Q16 PRÉ	Q11 POST	Élève TR2	Q16 PRÉ	Q11 POST
CL83	?	?	NP70	!	1/3*	MB89	!	2/3*
MB74	?	1/3*	JM82	1/3*	2/3*	DL85	1/3*	1/3*
EH91	1/3*	1/3*	DC80	1/3*	1/3*	MG88	?	?
AP80	1/3*	1/3*	AL83	?	!	OP87	!	!
EB69	?	1/3*	EQ94	?	2/3*	CG81	1/3*	1/3*
GD65	?	?	PL91	?	2/3*	WM76	!	2/3*
MO73	?	?	SM76	?	?	EP68	?	!
MC86	?	?	AL94	?	2/3*	HT82	!	!
CG70	?	!	AI70	?	1/3*	EC80	1/3*	1/3*
AB86	!	!	EF81	1/3*	2/3*	VB84	?	2/3*
YD 90	!	!	AH89	1/3*	2/3*	WJ85	?	1/3*
GD78	!	!	FM93	?	3/3*	EG69	?	?
AH85	!	!	VF82	!	!	MC76	?	2/3*
LM66	!	!	PB83	1/3*	1/3*	ER78	?	2/3*
GD82	?	?						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation

? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

<sup>102</sup> Plus on pratique un sport, moins on s'essouffle. Que se passe-t-il au niveau des muscles pour expliquer cela?

Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, 7 n'avaient aucune idée, 4 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 3 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 2 n'avaient aucune idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 4 avaient un début de formulation de réponse et 5 avaient un bon niveau de formulation de réponse. Hormis les éléments de titre et de sous-titres que nous avons traité plus haut, les deux versions des textes de réfutation étant les mêmes, nous pouvons clairement confirmer que ces derniers se sont avérés utiles pour permettre aux élèves de mieux comprendre ce qui se passe au niveau des muscles lorsqu'on s'essouffle.

À la question Q9PRÉ-Q7POST<sup>103</sup> (voir le tableau XVI), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 4 avaient une réponse erronée et 11 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 5 avaient une réponse erronée et 10 avaient une bonne réponse. De plus, 4 élèves qui avaient une bonne réponse au prétest l'ont changée pour une réponse erronée au posttest. Il ne semble donc pas y avoir eu d'impact significatif chez les élèves suite à la lecture du texte classique. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, 1 élève n'avait pas d'idée, 5 avaient une réponse erronée et 8 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 3 avaient une réponse erronée et 11 avaient une bonne réponse.

Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, 1 élève n'avait pas d'idée, 5 avaient une réponse erronée et 8 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 2 avaient une réponse erronée et 12 avaient une bonne réponse. Les paragraphes des trois textes (le classique et les deux textes de réfutation) sont identiques. Mis à part les éléments de titre et de sous-titres dont nous avons traité précédemment, les deux versions de réfutation sont les mêmes. Qui plus est, la portion du texte qui traite du sang pompé par le cœur des sportifs est la même dans le texte classique. Nous constatons néanmoins que les deux textes de réfutation se sont avérés plus utiles pour permettre aux élèves de comprendre que le cœur d'un sportif pompe plus de sang. On peut se demander si les éléments explicites qui évoquent qu'en faisant du sport, on s'essouffle moins car les muscles s'adaptent, ont permis aux

---

<sup>103</sup> *Le cœur d'un sportif pompe plus de sang que le cœur d'une personne qui ne pratique pas de sport. V ou F*

élèves de mieux saisir le fait que les poumons laissent passer plus d'oxygène quand on bouge, et que chaque battement envoie plus de sang oxygéné vers les muscles.

Tableau XVI : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 9 et 7

Élève TIC1	Q9 PRÉ	Q7 POST	Élève TR1	Q9 PRÉ	Q7 POST	Élève TR2	Q9 PRÉ	Q7 POST
CL83	F!	F!	NP70	F!	F!	MB89	F!	V*
MB74	V*	V*	JM82	V*	F!	DL85	F!	V*
EH91	F!	V*	DC80	V*	V*	MG88	F!	F!
AP80	F!	V*	AL83	V*	V*	OP87	V*	V*
EB69	V*	V*	EQ94	V*	V*	CG81	V*	V*
GD65	V*	F!	PL91	F!	V*	WM76	V*	V*
MO73	V*	F!	SM76	V*	V*	EP68	V*	V*
MC86	V*	F!	AL94	V*	V*	HT82	V*	V*
CG70	V*	V*	AI70	F!	F!	EC80	F!	V*
AB86	F!	V*	EF81	F!	V*	VB84	F!	V*
YD 90	V*	V*	AH89	V*	V*	WJ85	?	V*
GD78	V*	V*	FM93	?	V*	EG69	V*	F!
AH85	V*	V*	VF82	F!	V*	MC76	V*	V*
LM66	V*	F!	PB83	V*	V*	ER78	V*	V*
GD82	V*	V*						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation  
 ? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

**D. L'enregistrement du mouvement**

Dans le groupe « texte classique », aucun élève n'était surpris de lire que le cerveau contrôle les mouvements. Peut-être parce qu'on avait déjà traité des fuseaux neuromusculaires plus haut dans le texte, aucun élève n'a soulevé la phrase qui présentait le rôle des fuseaux comme étant peu claire. En revanche, 2 élèves sur 6 ont trouvé celle-ci difficile à comprendre : « Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui exécutent les mouvements ». Dans le groupe « texte de réfutation », 3 élèves sur 7 ont été déstabilisés par la phrase énonçant qu'il faut d'abord regarder ses pieds pour être à même de reproduire une feinte. 4 élèves sur 7 n'ont pas bien compris la phrase décrivant le rôle des fuseaux neuromusculaires. Lors des entrevues, un élève du groupe « texte classique » s'est dit surpris de lire que les fuseaux neuromusculaires envoyaient des messages au cerveau : « Je pensais qu'à force de faire un mouvement, tu devenais habitué, tu avais la bonne technique ».

Pour cet élève, le cerveau envoyait un message, mais il ne pensait pas qu'il pouvait en recevoir. Pour un autre élève du groupe « texte de réfutation », le cerveau n'intervient pas lorsque les muscles font des gestes répétitifs; les muscles peuvent agir seuls. Cette remarque a permis de mettre en lumière que les bases du fonctionnement du système nerveux ne sont pas comprises par plusieurs élèves. Par exemple, lorsque interrogés sur le mécanisme impliqué quand on approche la main d'une source de chaleur, plusieurs élèves ont mentionné que ce qu'ils voyaient ne passait pas par le cerveau et que le « message » était directement envoyé à la main pour lui dire de s'enlever (et ainsi éviter une brûlure). Un troisième élève s'est interrogé : « Je ne comprends pas comment le message est envoyé au cerveau? » Une élève du groupe lui a répondu : « Par les nerfs! » Bruno a discuté du rôle des nerfs avec les élèves et a mentionné qu'il expliquerait mieux leur rôle dans la version du magazine. Également, si une seule élève sur tous les élèves interviewés a admis ne pas comprendre le mot « feinte », plusieurs en avaient une définition erronée. Ils ont écrit « éviter » ou encore « bouger », alors qu'on aurait pu s'attendre à des explications sommaires comme « faire semblant », « simuler » ou encore « imiter un geste ». Si, jusqu'ici, les différentes réponses des élèves en lien avec les textes de réfutation n'étaient pas très éloquentes, le commentaire d'une élève nous a un peu déstabilisés. En effet, rappelons-nous que c'est essentiellement le titre et le sous-titre que nous avons modifiés dans la deuxième version de réfutation (pour la rendre plus explicite). Cette élève, la seule des quatre élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, a identifié le sous-titre comme contradictoire avec ses conceptions. Elle a dit : « Je suis surprise que ce n'est pas le cerveau qui enregistre le mouvement ». Dans cette version du texte, le sous-titre était le suivant : « En pratiquant un nouveau mouvement (ex : une feinte), les muscles l'enregistrent et on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait ». Questionnée à ce sujet, l'élève nous a expliqué qu'elle croyait que chaque sous-titre énonçait une information (vraie) et non un mythe. Dans la deuxième version de réfutation, nous avons ajouté un « FAUX! » pour rappeler notre titre, qui était : « Quatre idées fausses sur les muscles et l'entraînement ». Cette révélation permet de penser que plusieurs élèves qui ont lu la première version de réfutation ont pu ne pas se rappeler que chaque sous-titre était un mythe. Certes, Bruno avait pris soin de numéroter les sous-titres, mais l'exemple de cet élève démontre qu'une réfutation doit être explicite. Bruno a alors convenu de clarifier cela dans sa version du magazine.



À la question Q5PRÉ-Q3POST<sup>104</sup> (voir le tableau XVII), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 12 avaient une réponse erronée et 3 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 14 avaient une réponse erronée et 1 avait une bonne réponse. Il ne semble donc pas y avoir eu d'impact significatif chez les élèves suite à la lecture du texte classique. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, 1 élève n'avait pas d'idée, 11 avaient une réponse erronée et 2 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 7 avaient une réponse erronée et 7 avaient une bonne réponse. Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, 1 élève n'avait pas d'idée, 11 avaient une réponse erronée et 2 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 3 avaient une réponse erronée et 11 avaient une bonne réponse. Ici encore, les trois textes (classique et deux versions de réfutation) étaient les mêmes, seuls les titres différaient. Dans le texte classique, on exposait d'emblée le concept : « Le cerveau enregistre un nouveau mouvement (ex : une feinte) et voilà, on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait ! » Dans la première version du texte de réfutation, on exposait la conception erronée : « En pratiquant un nouveau mouvement (ex. : une feinte), les muscles l'enregistrent et on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait », puis on ajoutait « Réalité : c'est le cerveau qui enregistre les mouvements ».

Dans la deuxième version du texte de réfutation, on ajoutait au sous-titre le mot « FAUX! » pour rappeler à l'élève qu'il s'agissait bien d'une fausse conception. Les résultats semblent montrer que cet ajout a fait une différence, puisque la deuxième version du texte de réfutation a permis à plus d'élèves de trouver la bonne réponse lors du posttest. Ce sont donc 9 élèves qui ont changé leur réponse erronée au prétest pour une bonne réponse après avoir lu la deuxième version du texte de réfutation, contre 6 élèves pour la première version du texte de réfutation. Nous avons aussi évoqué plus haut que la mention du mot « mythes » dans la première version du texte de réfutation, plutôt que « idées fausses », n'aurait probablement pas été comprise par tous les élèves.

---

<sup>104</sup> *À force d'exercer un mouvement précis, les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement et peuvent le répéter. V ou F*

Tableau XVII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 5 et 3

Élève TICI	Q5 PRÉ	Q3 POST	Élève TR1	Q5 PRÉ	Q3 POST	Élève TR2	Q5 PRÉ	Q3 POST
CL83	V!	V!	NP70	V!	V!	MB89	V!	V!
MB74	V!	V!	JM82	V!	V!	DL85	V!	F*
EH91	F*	V!	DC80	V!	F*	MG88	V!	F*
AP80	V!	V!	AL83	V!	V!	OP87	V!	F*
EB69	V!	V!	EQ94	V!	F*	CG81	F*	F*
GD65	V!	V!	PL91	V!	F*	WM76	V!	F*
MO73	V!	V!	SM76	F*	F*	EP68	V!	F*
MC86	V!	V!	AL94	V!	V!	HT82	V!	F*
CG70	V!	V!	AI70	?	F*	EC80	V!	V!
AB86	F*	V!	EF81	V!	V!	VB84	V!	F*
YD 90	V!	V!	AH89	F*	V!	WJ85	?	F*
GD78	V!	V!	FM93	V!	F*	EG69	V!	V!
AH85	V!	V!	VF82	V!	V!	MC76	V!	F*
LM66	V!	V!	PB83	V!	F*	ER78	F*	F*
GD82	F*	F*						

**Légende :**

TICI : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation  
 ? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux

À la question Q14PRÉ-Q12POST<sup>105</sup> (voir le tableau XVIII), sur les 15 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 6 n'avaient aucune idée, 4 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 5 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 3 n'avaient aucune idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 7 avaient un début de formulation de réponse, 1 avait un bon niveau de formulation de réponse et 1 avait un excellent niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la première version du texte de réfutation, lors du prétest, 8 n'avaient aucune idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 3 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 1 n'avait aucune idée, aucun n'avait d'éléments erronés dans sa réponse, 10 avaient un début de formulation de réponse et 3 avaient un bon niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu la deuxième version du texte de réfutation, lors du prétest, 7 n'avaient aucune idée, 6 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 1 avait un début de formulation de

<sup>105</sup> *Un hockeyeur apprend à manier le bâton tout en contrôlant la rondelle. Avec de la pratique, il n'a plus besoin de fixer des yeux son bâton et la rondelle. Ainsi, il peut regarder devant lui et lancer au but ou éviter un joueur. Comment son corps a-t-il enregistré les mouvements pour manier le bâton et la rondelle?*

réponse. Au posttest, 2 n'avaient aucune idée, aucun élève n'avait d'éléments erronés dans sa réponse, 8 avaient un début de formulation de réponse, 3 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 1 avait un excellent niveau de formulation de réponse. Bien que les connaissances des trois groupes de lecteurs se soient améliorées, on remarque un meilleur niveau de formulation de réponse chez les lecteurs de la deuxième version du texte de réfutation, ce qui renforce l'idée selon laquelle la fausse conception énoncée clairement dans le titre a permis aux lecteurs de mieux intégrer le fait que ce soit le cerveau qui enregistre le mouvement.

Tableau XVIII : Réponses des lecteurs du groupe « texte informatif » aux questions 14 et 12

Élève TIC1	Q14 PRÉ	Q12 POST	Élève TR1	Q14 PRÉ	Q12 POST	Élève TR2	Q14 PRÉ	Q12 POST
CL83	!	!	NP70	!	1/3*	MB89	!	1/3*
MB74	!	1/3*	JM82	?	1/3*	DL85	!	1/3*
EH91	1/3*	?	DC80	?	1/3*	MG88	1/3*	1/3*
AP80	!*	1/3*	AL83	1/3*	1/3*	OP87	!	1/3*
EB69	1/3*	1/3*	EQ94	?	2/3*	CG81	?	3/3*
GD65	!	!	PL91	?	1/3*	WM76	!	1/3*
MO73	?	3/3*	SM76	1/3*	1/3*	EP68	?	1/3*
MC86	?	1/3*	AL94	1/3*	1/3*	HT82	!	2/3*
CG70	1/3*	1/3*	AI70	?	1/3*	EC80	?	?
AB86	1/3*	2/3*	EF81	?	?	VB84	?	?
YD 90	?	1/3*	AH89	?	2/3*	WJ85	?	2/3*
GD78	?	?	FM93	?	1/3*	EG69	?	1/3*
AH85	?	!	VF82	!	2/3*	MC76	!	1/3*
LM66	?	?	PB83	!	1/3*	ER78	?	2/3*
GD82	1/3*	1/3*						

**Légende :**

TIC1 : texte informatif classique TR1 : première version de réfutation TR2 : deuxième version de réfutation  
 ? : ne sait pas \* : bonne réponse ! : réponse erronée V : vrai F : faux  
 1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

### 4.3.2 Groupes « texte narratif »

12 élèves ont participé aux entrevues, soit 6 issus du groupe « texte classique » et 6 issus du groupe « texte de réfutation ». En tout, 40 élèves ont lu le texte narratif, soit 21 la variante classique, et 19 la variante de réfutation. Notons que Laurène a écrit son texte narratif de réfutation à partir du texte informatif de réfutation de Bruno, et que nous avons écrit la version classique par la suite. Bien que l'ordre des éléments abordés dans le texte narratif ne soit pas le

même que dans le texte informatif, nous les présentons dans le même ordre ici afin de simplifier l'organisation des éléments.

#### A. L'origine de la douleur

Lors de l'entrevue du groupe « texte classique », 3 élèves sur 6 ont été surpris d'apprendre l'origine de la douleur associée à une courbature. Notons, d'entrée de jeu, que le mot « courbature » n'a pas été évoqué dans les deux textes narratifs. Les questions portant le mot « courbature » n'ont donc pu être prises en compte. Une élève a dit : « Je fais de la gym et quand je fais des mouvements brusques en faisant la split, ça m'arrive d'être raquée [courbaturée] ». Lorsque nous leur avons demandé l'origine de cette douleur, aucun élève n'a su répondre. Un élève a signalé qu'il ne connaissait pas la signification du mot « fibre ». Au sein du groupe « texte de réfutation », 5 élèves sur 6 ont été confrontés dans leurs conceptions concernant l'origine de ce type de douleur. Un élève du groupe « texte de réfutation » a dit : « Je pensais que c'était l'acide lactique qui causait la douleur, pas la réparation ». Sur la même lancée, une élève a poursuivi : « Moi, je pensais que c'était la déchirure qui faisait mal », ce qui semblait faire consensus parmi les élèves.

À la question Q7PRÉ-Q5POST<sup>106</sup> (voir le tableau XIX), sur les 21 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 1 élève n'avait pas d'idée, 8 avaient une réponse erronée et 12 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 10 avaient une réponse erronée et 11 avaient une bonne réponse. Pour les élèves qui ont lu le texte de réfutation, lors du prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 5 avaient une réponse erronée et 14 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 6 avaient une réponse erronée et 13 avaient une bonne réponse. Les deux variantes textuelles n'ont pas influencé la réponse des élèves ou, si elles l'ont fait, ce n'est qu'en ajoutant de la confusion. En effet, ici, la réponse attendue est que la douleur provient non pas de la déchirure musculaire, mais de la réparation. Toutefois, l'un va difficilement sans l'autre : il n'y aura pas de réparation si les muscles ne sont pas d'abord abîmés. En plus, dans la version classique, lorsque Clémentine se demande d'où

---

<sup>106</sup> *Lors de son déménagement, Rémi a trop forcé. Les jours suivants, ses muscles lui font mal, car ils sont abîmés. V ou F*

vient cette douleur qui la fait souffrir le lendemain d'une activité intense, son enseignant s'exprime ainsi : « Tu as déchiré des fibres de tes muscles en jouant au hockey hier soir. En ce moment, ton corps envoie plus de sang dans tes muscles pour réparer les déchirures. Et comme il y a plus de sang dans tes muscles, ça écrase un peu tes nerfs... et c'est ça qui te fait mal! (...) » Si l'élève qui lit le texte ne retient que la première information, il comprendra que la douleur vient de la déchirure du muscle.

Tableau XIX : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 7 et 5

Élève TNC	Q7 PRÉ	Q5 POST	Élève TNR	Q7 PRÉ	Q5 POST
CC80	V!	V!	MD87	F*	F*
ED83	F*	V!	AP79	F*	F*
AL83	F*	V!	GL82	F*	F*
DM81	V!	V!	LD81	F*	F*
JD76	V!	V!	MC89	V!	F*
T84	F*	F*	SD79	F*	V!
JM73	F*	F*	VS67	F*	F*
VB84	F*	F*	YB67	F*	V!
ML80	F*	F*	WB76	F*	F*
JP80	F*	F*	NS68	V!	V!
LB69	F*	F*	LD94	F*	F*
ER92	V!	F*	SL97	F*	F*
TO79	V!	F*	EF86	V!	F*
RH77	V!	V!	LL93	F*	F*
FH91	F*	F*	AP88	F*	F*
RS80	?	F*	RP89	V!	V!
EL71	V!	V!	AU88	F*	V!
KA82	F*	V!	CB82	V!	V!
LD68	F*	V!	CO78	F*	F*
ML72	V!	V!			
LJ93	F*	F*			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation

? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

Dans la version de réfutation, il y a d'abord une discussion à la maison avec le frère qui croit de son côté que c'est parce qu'elle n'a pas suffisamment bu d'eau que Clémentine ressent une douleur. Pendant un long texte d'un peu moins d'une page environ, les jeunes échangent, Clémentine étant toujours convaincue que la douleur vient de la déchirure de ses muscles. Ce

n'est qu'une fois rendue à l'école, en discutant avec son enseignant, qu'elle comprend que c'est la réparation qui lui cause son mal :

« C'est vrai que tu as déchiré des fibres de tes muscles en jouant au hockey hier soir. Mais ce n'est pas la déchirure qui te fait mal. En réalité, en ce moment, ton corps envoie plus de sang dans tes muscles pour réparer les déchirures. - Mais pourquoi ça me fait mal, ça? - Parce que comme il y a plus de sang dans tes muscles, ça écrase un peu tes nerfs... et c'est ça qui te fait mal! »

Ici, on peut s'interroger sur la longueur du passage traitant du sujet, sur le nombre d'explications proposées et sur la clarté de ces explications. En somme, on peut dire que les deux versions du texte étaient susceptibles de créer de la confusion chez l'élève.

Ce n'est malheureusement pas la question Q12PRÉ-Q8POST<sup>107</sup> ni la Q15PRÉ-Q13POST<sup>108</sup> qui vont nous apporter des éclaircissements sur ce qu'ont compris les élèves sur l'origine de la douleur après la lecture des deux variantes textuelles. En effet, bien que Laurène ait traité de douleurs musculaires consécutives à un effort physique, elle n'a jamais écrit que cette douleur était appelée « courbature ». Les élèves n'ont donc pu répondre aux questions qui traitaient de ce sujet. Pour ces questions, les élèves ont très majoritairement répondu qu'ils ne savaient pas, tant au prétest qu'au posttest.

---

<sup>107</sup> *Qu'est-ce qu'une courbature? À quoi est-elle due?*

<sup>108</sup> *Pourquoi un muscle est-il plus fort après une courbature?*

Tableau XX : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 12 et 8

Élève TNC	Q12 PRÉ	Q8 POST	Élève TNR	Q12 PRÉ	Q8 POST
CC80	?	3/3*	MD87	!	1/3
ED83	?	?	AP79	?	?
AL83	?	?	GL82	!	3/3*
DM81	?	?	LD81	?	2/3*
JD76	?	?	MC89	?	?
T84	?	?	SD79	?	?
JM73	!	!	VS67	?	?
VB84	?	!	YB67	!	?
ML80	1/3*	1/3*	WB76	?	?
JP80	!	?	NS68	?	?
LB69	?	!	LD94	!	2/3*
ER92	!	!	SL97	!	!
TO79	?	?	EF86	?	?
RH77	!	!	LL93	?	?
FH91	?	!	AP88	?	?
RS80	?	?	RP89	?	!
EL71	?	!	AU88	?	!
KA82	?	?	CB82	?	?
LD68	?	?	CO78	?	?
ML72	?	?			
LJ93	?	!			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation

? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

**B. La flexibilité et l'élasticité des muscles**

Lors de l'entrevue du groupe « texte classique », aucun élève n'a identifié le passage suivant comme étant difficile à comprendre : « Le problème c'est que quand on étire nos muscles, les détecteurs d'étirement provoquent une contraction. Résultat : l'étirement est bloqué ». Pourtant, leurs réponses nous ont plutôt révélé le contraire. Lorsque nous les avons interrogés, un seul élève a dit qu'il ne comprenait pas la signification du mot « contraction ». Toutefois, aucun élève n'a pu formuler une définition complète de ce mot. Une élève du groupe a fait le lien avec les contractions lors d'un accouchement et a parlé de douleurs. Une autre a fait le lien avec le fait d'exercer une force, un autre a dit que le muscle devenait sec et un dernier, qu'il était dur. Mais pendant que les élèves se trituraient les méninges à tenter de trouver une explication, ils

oubliaient les mots « détecteurs d'étirement », qu'ils n'arrivaient pas à visualiser. Puisque les élèves ne comprenaient pas davantage ce qu'étaient les fuseaux neuromusculaires, nous leur avons relu le passage afin de les aider. Une élève a compris le lien entre les détecteurs d'étirement et les fuseaux, et a pu l'expliquer en citant l'exemple de sa copine qui faisait le « grand écart » en gymnastique. Dans notre groupe « texte de réfutation », tous les élèves (6 élèves sur 6) ont surligné la phrase : « Non, notre professeur [enseignant] nous a expliqué que les muscles ne sont pas élastiques », car elle allait à l'encontre de leurs conceptions. Pour expliquer pourquoi cela contredisait ses idées, un élève a partagé un exemple : « Moi, je croyais que les muscles étaient élastiques, car la gymnaste peut faire le grand écart ». Poursuivant avec cet exemple, un autre a dit : « Je pensais que certains venaient au monde avec des muscles élastiques et [que] cela leur permettait de faire la split, alors que d'autres n'y arrivent pas [parce que leurs muscles ne le sont pas] ». Interpellé pour avoir identifié comme étant floue la phrase : « Le problème, c'est que quand on étire nos muscles, les détecteurs d'étirement provoquent une contraction. Résultat : l'étirement est bloqué », ce même élève nous a avoué ne pas être en mesure d'expliquer ce que sont les détecteurs d'étirement. Pour l'aider, une élève voisine a alors dit : « Moi, je pense que les détecteurs d'étirement nous empêchent d'avoir mal [lorsqu'on fait un mouvement] pour éviter qu'on se blesse ». Cette idée a semblé plaire aux élèves. De plus, 4 élèves sur 6 du groupe « texte de réfutation » ont également trouvé ambiguë la phrase : « En fait, à force de faire des étirements, les détecteurs d'étirement, qui s'appellent des fuseaux neuromusculaires, apprennent à tolérer les étirements et ils ne provoquent plus de contractions ». Un élève a dit : « C'est quand un message est envoyé entre le cerveau et les muscles ». Voyant que les élèves étaient dans l'impasse, Bruno a demandé : « Où croyez-vous qu'ils sont [les fuseaux neuromusculaires]? » Un élève a répondu : « Dans ton cerveau », et un autre « Dans tes muscles ». Afin de trouver la bonne formulation, Bruno a insisté : « Dans les muscles, il y a les fuseaux neuromusculaires et quand votre muscle est trop étiré, il bloque l'étirement. Est-ce que ça vous le comprenez? » Les élèves lui ont répondu spontanément « oui ». Il a poursuivi : « [...] et pour devenir plus flexible, il faut que le fuseau neuromusculaire bloque moins l'étirement, qu'il ne provoque plus de contraction, ça vous comprenez? » Les élèves semblaient moins sûrs cette fois. Lorsque nous leur avons demandé si l'utilisation des mots « fuseaux neuromusculaires » rendait la phrase plus difficile à comprendre, plusieurs ont répondu par l'affirmative. Une élève y est allée d'un autre commentaire : « Moi, c'est le fait qu'ils se



contractent moins que je ne comprends pas ». Laurène lui a demandé si son bris de compréhension venait de l'utilisation du mot « contracter » et l'élève lui a fait signe que oui. Bruno en a pris bonne note pour son travail de rédaction.

À la question Q8PRÉ-Q6POST<sup>109</sup> (voir le tableau XXI), sur les 21 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 20 avaient une réponse erronée et 1 avait une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 19 avaient une réponse erronée et 2 avaient une bonne réponse. Il ne semble donc pas y avoir eu de changement significatif chez les élèves suite à la lecture du texte classique. Pour les élèves qui ont lu le texte de réfutation, lors du prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 18 avaient une réponse erronée et 1 avait une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 9 avaient une réponse erronée et 10 avaient une bonne réponse. Ici, le texte de réfutation s'avère plutôt efficace pour amener les lecteurs à changer d'idée. Dans la version classique, Clémentine demande à Charlotte comment elle arrive à être aussi flexible. Charlotte lui explique : « Les muscles peuvent s'étirer. Le problème, c'est que quand on étire nos muscles, les détecteurs d'étirement provoquent une contraction. Résultat : l'étirement est bloqué ». Dans la version de réfutation, Clémentine tente une explication : « Alors maintenant, tes muscles sont plus élastiques? - Non, notre professeur [enseignant] nous a expliqué que les muscles ne sont pas des élastiques ». Charlotte lui explique : « Les muscles peuvent s'étirer. Le problème, c'est que quand on étire nos muscles [...] » L'énoncé de la fausse conception et sa réfutation semblent avoir aidé plusieurs lecteurs à changer d'idée.

---

<sup>109</sup> Pour arriver à faire la « split », il faut s'entraîner à rendre nos muscles plus élastiques. V ou F

Tableau XXI : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 8 et 6

Élève TNC	Q8 PRÉ	Q6 POST	Élève TNR	Q8 PRÉ	Q6 POST
CC80	V!	V!	MD87	V!	V!
ED83	V!	V!	AP79	V!	V!
AL83	V!	V!	GL82	V!	V!
DM81	V!	F*	LD81	V!	F*
JD76	V!	V!	MC89	V!	F*
T84	V!	V!	SD79	V!	F*
JM73	V!	V!	VS67	V!	F*
VB84	V!	V!	YB67	V!	F*
ML80	V!	V!	WB76	V!	F*
JP80	V!	V!	NS68	V!	F*
LB69	V!	V!	LD94	F*	V!
ER92	V!	F*	SL97	V!	F*
TO79	V!	V!	EF86	V!	V!
RH77	V!	V!	LL93	V!	V!
FH91	F*	V!	AP88	V!	V!
RS80	V!	V!	RP89	V!	F*
EL71	V!	V!	AU88	V!	F*
KA82	V!	V!	CB82	V!	V!
LD68	V!	V!	CO78	V!	V!
ML72	V!	V!			
LJ93	V!	V!			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation

? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

À la question Q17PRÉ-Q15POST<sup>110</sup> (voir le tableau XXII), sur les 21 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 3 n'avaient pas d'idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 15 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 6 n'avaient aucune idée, 4 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 10 avaient un début de formulation de réponse et 1 avait un bon niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu le texte de réfutation, lors du prétest, 1 n'avait pas d'idée, 7 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 11 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 2 n'avaient aucune idée, 1 avait un ou des élément(s) erroné(s) dans sa réponse, 11

<sup>110</sup> La sœur de Sara est une gymnaste expérimentée; elle peut exécuter avec aisance différentes figures. Sara n'a jamais fait de gymnastique, mais elle aimerait bien arriver à faire le « pont » en courbant le dos elle aussi. Toute la soirée, elle tente tant bien que mal d'y arriver, mais sans succès. Le lendemain, elle a très mal au dos et elle est très découragée. Selon toi, pourquoi ses muscles n'ont pas été suffisamment flexibles (souples)?

avaient un début de formulation de réponse, 3 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 2 avaient un excellent niveau de formulation de réponse. Ici également, le texte de réfutation s'est révélé plus efficace pour aider les élèves à mieux comprendre comment on devient plus flexible.

Tableau XXII : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 17 et 15

Élève TNC	Q17 PRÉ	Q15 POST	Élève TNR	Q17 PRÉ	Q15 POST
CC80	1/3*	?	MD87	!	1/3*
ED83	1/3*	1/3*	AP79	!	2/3*
AL83	1/3*	2/3*	GL82	1/3*	1/3*
DM81	!	!	LD81	1/3*	1/3*
JD76	1/3*	!	MC89	1/3*	!
T84	1/3*	1/3*	SD79	1/3*	1/3*
JM73	1/3*	!	VS67	!	1/3*
VB84	1/3*	1/3*	YB67	1/3*	1/3*
ML80	!	!	WB76	!	3/3*
JP80	1/3*	1/3*	NS68	!	2/3*
LB69	1/3*	1/3*	LD94	?	?
ER92	!	?	SL97	!	1/3*
TO79	1/3*	1/3*	EF86	!	1/3*
RH77	1/3*	?	LL93	1/3*	1/3*
FH91	1/3*	1/3*	AP88	1/3*	1/3*
RS80	1/3*	1/3*	RP89	1/3*	3/3*
EL71	?	?	AU88	1/3*	?
KA82	?	?	CB82	1/3*	2/3*
LD68	1/3*	1/3*	CO78	1/3*	1/3*
ML72	?	?			
LJ93	1/3*	1/3*			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation

? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

C. L'adaptation des muscles à l'effort

Lors de l'entrevue du groupe « texte classique », 2 élèves sur 6 n'ont pas compris ce qu'on décrivait dans ce passage : « [...] une transformation des muscles à force de faire de l'activité physique ». Une élève pensait que cela signifiait que le muscle se réparait, une autre élève a suggéré que le muscle devenait habitué et plus fort. 3 élèves sur 6 ne comprenaient pas la phrase :

« En améliorant tes techniques, tes muscles vont moins forcer et vont donc consommer moins d'oxygène ». Une autre élève ne comprenait pas le sens du mot « consommer » dans la phrase. Malgré quelques reformulations, plusieurs élèves du groupe n'arrivaient pas à comprendre qu'un muscle puisse absorber et consommer de l'oxygène. Dans le groupe « texte de réfutation », 4 élèves sur 6 ont été surpris de lire la phrase : « Non, en fait, les muscles ne s'habituent pas ». Une de ces élèves a dit : « Je pensais que les muscles s'habituait à la douleur, pas qu'ils se transformaient ». Puis, pour ouvrir la discussion, nous avons lu la phrase suivante : « Si tu es essoufflée, c'est parce que tes muscles manquent d'oxygène pour bien travailler ». Une autre élève s'est dite surprise que les muscles aient besoin d'oxygène. Pour lui expliquer, un élève du groupe s'est exprimé ainsi : « Les muscles absorbent de l'oxygène parce que quand je suis fatigué, je suis essoufflé ». À peine 2 élèves sur 6 avaient identifié cette phrase comme étant difficile à comprendre. Pourtant, lorsque questionnés sur les relations entre le gaz oxygène et le travail du muscle, aucun élève parmi eux n'a pu répondre. Comme dans les deux textes informatifs, les auteurs semblent avoir surestimé les connaissances de base des lecteurs sur le système cardiovasculaire.

La question Q3PRÉ-Q1POST<sup>111</sup> (voir le tableau XXIII) est intéressante ici parce que dans son texte de réfutation, Laurène n'a pas utilisé le mot « adapter » (de Bruno), mais plutôt « transformer » pour décrire le mécanisme qui s'enclenche avec l'essoufflement. Ce mot n'ayant pas la même signification que « habituer », il ne devrait pas y avoir de confusion dans l'esprit des élèves. Ainsi, dans la version de réfutation, on peut lire : « [...] Mais à force de faire du hockey, tu deviendras de moins en moins essoufflée! Parce que les muscles vont s'habituer? Non, en fait, les muscles ne s'habituent pas. Ils se transforment ». Ce faisant, Laurène suggère le fait que les muscles ne s'habituent pas au manque d'oxygène, mais bien qu'ils développent des mécanismes pour travailler plus efficacement. D'une manière implicite, elle en fait également la mention dans son texte en soulignant que lorsqu'on s'essouffle, on respire davantage pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Dans la version classique, on se contente de statuer que : « [...] les muscles vont se transformer [...] », et on poursuit avec

---

<sup>111</sup> *En s'entraînant progressivement à courir, on est de moins en moins fatigué, car les muscles de nos jambes s'habituent. V ou F*

l'explication sur l'oxygène qui entre dans le sang. Pour les 21 élèves qui ont lu la variante classique, 20 répondants ont répondu « vrai » et 1 a répondu « faux » au prétest, et 1 seul élève a répondu « faux » au posttest. Dans la variante de réfutation, 17 élèves ont répondu « vrai » et 2 « faux » au prétest, alors que 7 ont choisi « faux » au posttest. Encore une fois, le texte narratif de réfutation semble avoir été plus efficace que le texte classique pour faire évoluer les idées des jeunes lecteurs. Toutefois, la mise en page du texte narratif de réfutation n'insistait pas sur les fausses conceptions en les plaçant en sous-titres et en caractère gras, la réfutation était fondue dans le dialogue entre les personnages. On peut se demander si cette manière différente de présenter la réfutation a nui au changement conceptuel.

Tableau XXIII : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 3 et 1

Élève TNC	Q3 PRÉ	Q1 POST	Élève TNR	Q3 PRÉ	Q1 POST
CC80	V!	V!	MD87	V!	V!
ED83	V!	V!	AP79	V!	F*
AL83	V!	V!	GL82	V!	F*
DM81	V!	V!	LD81	V!	F*
JD76	V!	V!	MC89	V!	V!
T84	V!	V!	SD79	V!	V!
JM73	V!	V!	VS67	V!	F*
VB84	V!	V!	YB67	V!	V!
ML80	F*	V!	WB76	F*	F*
JP80	V!	V!	NS68	V!	F*
LB69	V!	V!	LD94	V!	V!
ER92	V!	F*	SL97	V!	V!
TO79	V!	V!	EF86	V!	V!
RH77	V!	V!	LL93	V!	V!
FH91	V!	V!	AP88	F*	V!
RS80	V!	V!	RP89	V!	F*
EL71	V!	V!	AU88	V!	V!
KA82	V!	V!	CB82	V!	V!
LD68	V!	V!	CO78	V*	V!
ML72	V!	V!			
LJ93	V!	V!			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation  
 ? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

À la question Q16PRÉ-Q11POST<sup>112</sup> (voir le tableau XXIV), sur les 21 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 10 n'avaient aucune idée, 9 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 2 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 4 n'avaient aucune idée, 9 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 7 avaient un début de formulation de réponse et 1 avait un bon niveau de formulation de réponse.

Tableau XXIV : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 16 et 11

Élève TNC	Q16 PRÉ	Q11 POST	Élève TNR	Q16 PRÉ	Q11 POST
CC80	1/3*	1/3*	MD87	?	1/3*
ED83	?	1/3*	AP79	!	3/3*
AL83	1/3*	1/3*	GL82	!	2/3*
DM81	!	1/3*	LD81	!	1/3*
JD76	!	!	MC89	1/3*	3/3*
T84	!	!	SD79	!	1/3*
JM73	?	!	VS67	!	2/3*
VB84	!	!	YB67	!	2/3*
ML80	!	!	WB76	2/3*	3/3*
JP80	!	!	NS68	!	1/3*
LB69	!	!	LD94	!	!
ER92	!	1/3*	SL97	!	2/3*
TO79	?	?	EF86	!	!
RH77	?	?	LL93	!	!
FH91	?	!	AP88	!	1/3*
RS80	?	2/3*	RP89	!	1/3*
EL71	?	1/3*	AU88	?	1/3*
KA82	?	1/3*	CB82	?	1/3*
LD68	?	?	CO78	?	1/3*
ML72	?	?			
LJ93	!	!			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation

? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

D'une manière générale, il semble que les idées aient cheminé et que plusieurs élèves aient amélioré leur compréhension du transport de l'oxygène dans le sang. Pour les élèves qui ont lu le texte de réfutation, lors du prétest, 4 n'avaient aucune idée, 13 avaient un ou des élément(s)

<sup>112</sup> Plus on pratique un sport, moins on s'essouffle. Que se passe-t-il au niveau des muscles pour expliquer cela?

erroné(s) dans leur réponse, 1 avait un début de formulation de réponse et 1 avait un bon niveau de formulation de réponse. Au posttest, aucun élève n'avait aucune idée, 3 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 9 avaient un début de formulation de réponse, 4 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 3 avaient un excellent niveau de formulation de réponse. Le paragraphe qui permettait de répondre à cette question était identique dans les deux variantes textuelles. Toutefois, il semble que la réfutation explicite sur la transformation des muscles à l'effort ait aidé davantage le lecteur à comprendre que les muscles ne s'habituèrent pas, mais qu'ils se transformèrent plutôt.

Tableau XXV : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 9 et 7

Élève TNC	Q9 PRÉ	Q7 POST	Élève TNR	Q9 PRÉ	Q7 POST
CC80	F!	V*	MD87	V*	V*
ED83	F!	F!	AP79	V*	V*
AL83	V*	V*	GL82	V*	V*
DM81	V*	V*	LD81	V*	V*
JD76	V*	?	MC89	F!	V*
T84	F!	V*	SD79	V*	V*
JM73	V*	V*	VS67	F!	F!
VB84	F!	F!	YB67	V*	V*
ML80	V*	V*	WB76	V*	V*
JP80	F!	V*	NS68	F!	F!
LB69	F!	F!	LD94	F!	F!
ER92	V*	V*	SL97	?	V*
TO79	V*	F!	EF86	F!	V*
RH77	V*	V*	LL93	F!	V*
FH91	V*	V*	AP88	V*	V*
RS80	?	V*	RP89	V*	V*
EL71	F!	V*	AU88	V*	V*
KA82	F!	V*	CB82	V*	V*
LD68	V*	V*	CO78	V*	V*
ML72	V*	V*			
LJ93	V*	V*			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation

? : ne sait pas

\* : bonne réponse

! : réponse erronée

V : vrai

F : faux

À la question Q9PRÉ-Q7POST<sup>113</sup> (voir le Tableau XXV), sur les 21 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 1 élève n'avait pas d'idée, 8 avaient une réponse erronée et 12 avaient une bonne réponse. Au posttest, 1 élève n'avait pas d'idée, 4 avaient une réponse erronée et 16 avaient une bonne réponse. Pour les élèves qui ont lu le texte de réfutation, lors du prétest, 1 élève n'avait pas d'idée, 6 avaient une réponse erronée et 12 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 3 avaient une réponse erronée et 16 avaient une bonne réponse. D'une manière générale, les deux groupes d'élèves avaient de bonnes conceptions de départ. Les deux textes ont permis de changer les conceptions erronées de quelques élèves.

#### D. L'enregistrement du mouvement

Lors de l'entrevue du groupe « texte classique », 3 élèves sur 6 ont identifié le passage suivant comme contredisant leurs conceptions : « Pour faire tes mouvements, tes muscles se contractent et s'étirent. Ils envoient les informations de contraction et d'étirement à ton cerveau ». Un élève s'est dit étonné que les muscles puissent envoyer un message. Bien qu'il reconnaissait que le cerveau communique avec les différentes parties du corps, cet élève ignorait que les muscles renvoyaient des messages au cerveau. Une autre élève a fait le lien avec le système nerveux étudié en classe, mais de toute évidence, aucun élève du groupe ne savait que les muscles envoyaient des messages au cerveau. De plus, l'idée d'« envoyer » un message ne faisait pas image dans leur tête. Dans le groupe « texte de réfutation », 4 élèves sur 6 ont identifié le passage : « C'est donc le cerveau qui mémorise les mouvements, pas les muscles » comme étant en conflit avec leurs conceptions. Un élève a dit : « Moi je pensais que c'était le muscle qui enregistrait le mouvement ». Aussi, 2 élèves sur 6 ont également été surpris de lire : « Ils envoient les informations de contraction et d'étirement à ton cerveau ». À ce propos, une élève a dit : « Je ne comprends pas comment il peut envoyer des informations de contraction. Je ne sais pas quel est ce message? » Bruno a alors repris l'explication :

« Si je plie mon bras, mes muscles travaillent, vous êtes d'accord? Si je dis : le cerveau mémorise le travail des muscles, est-ce plus clair? En fait, il y a des nerfs qui partent des muscles et qui vont vers les biceps et les triceps. Les premiers se

---

<sup>113</sup> *Le cœur d'un sportif pompe plus de sang que le cœur d'une personne qui ne pratique pas de sport. V ou F*



contractent et les autres s'étirent. Ils envoient le message au cerveau, qui le retient. »

Voyant que les élèves avaient mieux compris cette fois, Bruno formule simplement : « Le cerveau enregistre le travail des muscles ».

À la question Q5PRÉ-Q3POST<sup>114</sup> (voir le tableau XXVI), sur les 21 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 19 avaient une réponse erronée et 2 avaient une bonne réponse. Au posttest, les résultats sont demeurés inchangés. Il ne semble donc pas y avoir eu de changement significatif chez les élèves suite à la lecture du texte classique. Pour les élèves qui ont lu le texte de réfutation, lors du prétest, aucun élève n'avait pas d'idée, 16 avaient une réponse erronée et 3 avaient une bonne réponse. Au posttest, aucun élève n'avait pas d'idée, 13 avaient une réponse erronée et 6 avaient une bonne réponse. Bien que le texte de réfutation montre que quelques élèves aient changé d'idée, une majorité de répondants ont gardé leurs conceptions de départ. Dans le texte classique, on exposait d'emblée le concept : « [...] comment notre corps garde-t-il en mémoire nos mouvements? [...] Grâce à son cerveau! [...] Pour faire tes mouvements, tes muscles se contractent [...] ».

Dans le texte de réfutation, on exposait la conception erronée, puis on la réfutait, mais dans un long échange de dialogues :

« Depuis quelque temps, je n'ai plus besoin de regarder où je mets mes pieds sur la poutre, mes muscles ont tout enregistré! - Alors, ça veut dire que nos muscles ont de la mémoire? Le professeur [enseignant] de sport entend la conversation de Clémentine et Charlotte et s'approche : Bonne question! À votre avis, les filles, est-ce que les muscles ont de la mémoire? - Euh...ben oui, sinon, comment le corps sait quels mouvements il doit faire? - Grâce au cerveau! [...] Pour faire tes mouvements [...] »<sup>115</sup>

---

<sup>114</sup> *À force d'exercer un mouvement précis, les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement et peuvent le répéter. V ou F*

<sup>115</sup> Pour éviter d'alourdir le texte, nous n'avons pas écrit tout le contenu des échanges, qui font près d'une page de long.

Contrairement au texte informatif de réfutation, où la fausse conception était réfutée dans le sous-titre, ici, il faut suivre plusieurs échanges avant de comprendre que cette conception est erronée. De plus, la réfutation n'est pas explicite. Les jeunes filles répondent « oui », mais se font expliquer que c'est « non » en réalité. En somme, nous nous interrogeons à savoir si cela a eu un effet sur le niveau d'attention des lecteurs, ainsi que sur l'évolution de leurs idées.

Tableau XXVI : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 5 et 3

Élève TNC	Q5 PRÉ	Q3 POST	Élève TNR	Q5 PRÉ	Q3 POST
CC80	V!	V!	MD87	V!	V!
ED83	V!	V!	AP79	F*	F*
AL83	V!	V!	GL82	V!	F*
DM81	F*	F*	LD81	V!	V!
JD76	V!	V!	MC89	V!	F*
T84	V!	V!	SD79	V!	F*
JM73	V!	V!	VS67	F*	F*
VB84	V!	V!	YB67	V!	V!
ML80	V!	V!	WB76	V!	V!
JP80	V!	V!	NS68	V!	V!
LB69	V!	V!	LD94	V!	V!
ER92	F*	F*	SL97	V!	V!
TO79	V!	V!	EF86	V!	V!
RH77	V!	V!	LL93	V!	V!
FH91	V!	V!	AP88	V!	V!
RS80	V!	V!	RP89	F*	F*
EL71	V!	V!	AU88	V!	V!
KA82	V!	V!	CB82	V!	V!
LD68	V!	V!	CO78	V!	V!
ML72	V*	V*			
LJ93	V!	V!			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation  
 ? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

À la question Q14PRÉ-Q12POST<sup>116</sup> (voir le tableau XXVII), sur les 21 élèves qui ont lu le texte classique et qui ont répondu au prétest, 6 n'avaient aucune idée, 12 avaient un ou des élément(s)

<sup>116</sup> *Un hockeyeur apprend à manier le bâton tout en contrôlant la rondelle. Avec de la pratique, il n'a plus besoin de fixer des yeux son bâton et la rondelle. Ainsi, il peut regarder devant lui et lancer au but ou éviter un joueur. Comment son corps a-t-il enregistré les mouvements pour manier le bâton et la rondelle?*

erroné(s) dans leur réponse, 2 avaient un début de formulation de réponse et 1 avait un bon niveau de formulation. Au posttest, 2 n'avaient aucune idée, 4 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 14 avaient un début de formulation de réponse et 1 avaient un bon niveau de formulation de réponse. Pour les élèves qui ont lu le texte de réfutation, lors du prétest, 2 n'avaient aucune idée, 12 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse et 5 avaient un début de formulation de réponse. Au posttest, 1 élève n'avait aucune idée, 2 avaient un ou des élément(s) erroné(s) dans leur réponse, 6 avaient un début de formulation de réponse, 8 avaient un bon niveau de formulation de réponse et 2 avaient un excellent niveau formulation de réponse.

Tableau XXVII : Réponses des lecteurs du groupe « texte narratif » aux questions 14 et 12

Élève TNC	Q14 PRÉ	Q12 POST	Élève TNR	Q14 PRÉ	Q12 POST
CC80	1/3*	1/3*	MD87	!	2/3*
ED83	!	1/3*	AP79	?	2/3*
AL83	!	1/3*	GL82	1/3*	1/3*
DM81	?	1/3*	LD81	!	2/3*
JD76	!	1/3*	MC89	1/3*	2/3*
T84	!	1/3*	SD79	!	1/3*
JM73	!	?	VS67	!	1/3*
VB84	!	!	YB67	!	1/3*
ML80	1/3*	1/3*	WB76	1/3*	2/3*
JP80	!	!	NS68	!	1/3*
LB69	!	!	LD94	!	2/3*
ER92	2/3*	2/3*	SL97	!	1/3*
TO79	?	1/3*	EF86	!	!
RH77	!	1/3*	LL93	!	!
FH91	!	!	AP88	!	2/3*
RS80	?	1/3*	RP89	1/3*	3/3*
EL71	?	1/3*	AU88	!	?
KA82	!	1/3*	CB82	1/3*	2/3*
LD68	?	1/3*	CO78	?	3/3*
ML72	?	?			
LJ93	!	1/3*			

**Légende :**

TNC : texte narratif classique      TNR : texte narratif de réfutation

? : ne sait pas      \* : bonne réponse      ! : réponse erronée      V : vrai      F : faux

1/3 : début de formulation; 2/3 : bon niveau de formulation; 3/3 : excellent niveau de formulation d'idée

Les résultats que nous exposons ici viennent nuancer ceux de la précédente question. Les élèves qui ont lu le texte de réfutation ont clairement pu expliquer, avec plus de détails, que c'est le cerveau qui enregistre les mouvements. En effet, si plusieurs élèves ont trouvé que l'énoncé de la question précédente était logique,<sup>117</sup> il reste que s'ils doivent expliquer comment le corps enregistre le mouvement, après la lecture du texte de réfutation, une majorité d'élèves sont à même d'expliquer que c'est le cerveau qui enregistre le mouvement, et non le muscle.

---

<sup>117</sup> Selon lequel les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement.

## CHAPITRE 5 : INTERPRÉTATION ET DISCUSSIONS

Nous présentons maintenant la confrontation entre le modèle didactique de VS et le postulat de départ. Puisque les échanges avec les vulgarisateurs ont permis d’amorcer l’interprétation des résultats, nous avons choisi d’ouvrir ce chapitre avec cette phase déterminante de la recherche. Puis, pour introduire la version finale du modèle de VS, nous énumérons cinq caractéristiques importantes.

### 5.1 La confrontation du modèle didactique de VS au postulat de départ

À la suite de nos rencontres avec les élèves, nous nous sommes entretenu avec les deux vulgarisateurs scientifiques afin de discuter des apports et des limites du modèle didactique de VS. Nous avons d’abord discuté des pratiques propres aux rédacteurs des *Débrouillards*. Puis, nous leur avons demandé de nous décrire les démarches qu’ils ont suivies pour élaborer leurs textes de réfutation. Tout au long des échanges, nous avons recueilli leurs commentaires. Par la suite, nous sommes revenu sur le postulat de cette recherche, à savoir qu’un modèle qui prend appui sur le texte de réfutation peut contribuer à élaborer des publications mieux adaptées aux conceptions alternatives des jeunes lecteurs, et plus aptes à faire évoluer ces conceptions. Enfin, nous nous sommes demandé comment ce modèle didactique de VS, élaboré conjointement dans cette recherche, pouvait leur venir en aide dans leur travail.

Dans notre modèle, le savoir à transposer au départ est un savoir savant. Or, en questionnant les vulgarisateurs, nous avons réalisé que les savoirs peuvent être de différents ordres. À l’affût des nouveautés scientifiques, le vulgarisateur se tient informé. Bruno et Laurène suivent l’actualité scientifique quotidiennement. Ils sont abonnés à des agrégateurs de contenu qui compilent des sites Internet scientifiques,<sup>118</sup> ils lisent des revues scientifiques et de vulgarisation scientifique, ils écoutent des émissions de vulgarisation (*Les années lumières*, *Découvertes*, notamment), ils se tiennent informés des sujets qui intéressent les jeunes et sont toujours en quête d’une idée originale pour un nouvel article. Chez *Les Débrouillards*, on mise beaucoup sur le travail d’équipe. Les réunions de rédaction sont nombreuses. Les idées d’articles peuvent venir de

---

<sup>118</sup> *Netvibes*, *Pulse*, notamment.

toutes parts : rédacteurs, réviseurs, directrice-photo, dessinateur, rédactrice en chef, éditeur, etc. Il y a des rubriques récurrentes propres aux différents magazines (le monde animal, par exemple), on souligne des anniversaires importants sur le plan scientifique (le centenaire du canal de Panama, notamment), on aborde l'actualité scientifique, etc. Or, comme nous venons de le constater, les savoirs savants n'émanent pas toujours fraîchement du laboratoire. Ils peuvent avoir été partagés par un chercheur ou un praticien qui les aurait d'abord vulgarisés, ou encore, ils peuvent être issus d'un article déjà vulgarisé pour un public d'adultes. Il ne tient qu'aux vulgarisateurs scientifiques de trouver le bon angle pour les communiquer à un public de jeunes lecteurs.

Le déclencheur d'un article revêt une très grande importance dans le domaine de la communication scientifique. Le vulgarisateur mise beaucoup sur l'amorce pour accrocher le lecteur et l'inciter à lire l'article. Parfois, le simple fait d'avoir des photos intéressantes est en soi un motif pour choisir un sujet par rapport à un autre. Pour Laurène, il s'agit de s'imaginer être dans la peau de sa nièce de onze ans. Bruno, de son côté, suit avec plaisir les aventures contemporaines des superhéros et n'hésite pas à s'en inspirer. Parfois, ce sont des légendes urbaines qui servent de déclencheur. D'autres fois, une découverte qui bouscule la science. On sonde aussi les intérêts des lecteurs lors d'un sondage annuel. Ces derniers sont invités à formuler leurs commentaires sur différents articles. Pour Bruno, Laurène et toute l'équipe des *Débrouillards*, c'est l'occasion de prendre le pouls du lectorat. Or, une fois l'amorce trouvée ou en voie de l'être, les vulgarisateurs font souvent appel à des scientifiques spécialisés dans le domaine en question afin de répondre à leurs questions. Puis, la procédure se déclenche d'elle-même, selon nos deux vulgarisateurs. Bruno est formel : « Ma recherche pour un article des *Débrouillards* est aussi poussée que pour un article d'adulte. Une fois que j'ai tout en main, j'adapte en fonction d'un public de jeunes ». Les deux vulgarisateurs insistent sur la nécessité d'une itération tout au long du processus d'écriture. Également, ils soulignent le rôle important de chacun des intervenants de l'équipe de rédaction pour peaufiner un article. Lorsqu'ils sont en panne d'inspiration, Bruno et Laurène peuvent décider de laisser de côté leur texte pour mieux y revenir par la suite. Il arrive même que des articles soient rejetés s'ils sont jugés trop compliqués. Parfois, c'est au moment de faire la maquette de la mise en page qu'il devient évident qu'il manque une vignette ici et qu'il faut clarifier cela. Chemin faisant, le style

personnel est évacué et les subordonnées sont mises de côté au profit de phrases plus courtes et directes. L'éditeur apporte également son regard neuf. Il s'assure qu'une même ligne éditoriale soit préservée. À ce sujet, Laurène explique : « J'essaie de lire avec l'œil du jeune, mais aussi celui d'Isabelle<sup>119</sup> et de Félix<sup>120</sup>. Ça a l'air idiot, mais si tu te mets à la place de quelqu'un d'autre, tu peux enlever des choses ». De son côté, Bruno avoue également avoir son « petit Félix intérieur » qui l'accompagne dans sa rédaction et sa révision.

Afin de mieux comprendre la démarche de travail des vulgarisateurs, penchons-nous sur les moments forts qui ont mené à la rédaction du texte informatif de Bruno et du texte narratif de Laurène sur les muscles et l'entraînement. Au tout début, Bruno souhaitait écrire un article sur l'entraînement d'un athlète. Il s'est entretenu avec une physiothérapeute et une étudiante en physiologie. « Ce qui est ressorti de tout ça, au début, c'était très général. Je parlais d'entraînement, et il y avait toujours le muscle [qui revenait]. Alors, j'ai décidé de me centrer sur les muscles ». Comme le sujet des courbatures lui semblait plus près de la réalité des jeunes, Bruno a décidé de commencer son article en abordant le thème des douleurs musculaires du lendemain. De son côté, Laurène avait un défi de taille à relever, puisqu'elle devait composer un texte narratif sur les quatre mêmes sujets que son collègue. Elle a décidé de se centrer sur le vécu d'une fillette qui a du mal à se lever le matin après un entraînement de hockey. Dans le texte, le frère de la fillette insinue qu'elle a des douleurs musculaires parce qu'elle n'a pas bu assez d'eau. Laurène se rappelait un entretien avec un petit groupe d'élèves au cours duquel une gymnaste avait fait cette remarque. Par la suite, Laurène a reconnu qu'autant de thèmes pour un texte relativement court était beaucoup trop ambitieux. Elle a précisé qu'avec autant de questions à réfuter, elle devait faire intervenir plusieurs personnages : « Je ne voulais pas faire dire n'importe quoi à n'importe qui ». Elle a conclu en disant qu'elle ne publierait pas son texte car elle le trouvait trop didactique.

C'est que, faut-il le répéter, dans le contexte non formel de la VS, l'apprentissage n'est pas l'objectif. Et Laurène et Bruno nous l'ont répété. L'idée n'est pas que le lecteur apprenne, mais

---

<sup>119</sup> La rédactrice en chef des *Débrouillards*

<sup>120</sup> Félix Maltais, l'éditeur des *Débrouillards*

bien qu'il comprenne. Cette préoccupation est partagée par chacun des intervenants des *Débrouillards*, selon Bruno et Laurène. Par exemple, lors de la révision linguistique, Laurène a fait remarquer qu'il arrivait que la directrice de la révision lui dise qu'elle ne comprend pas un élément de son texte et qu'en définitive, un enfant ne comprendrait probablement pas davantage. Interrogés à savoir s'ils tenaient compte de l'utilisation possible de leurs textes en classe lorsqu'ils écrivent, les deux vulgarisateurs nous ont avoué ne pas être influencés par cette dimension de l'utilisation de leurs œuvres. Laurène reconnaît qu'elle s'intéresse à la dimension académique uniquement lorsqu'elle s'interroge sur les connaissances des lecteurs qui liront son article. Par exemple : « [...] pour des textes qui proposent des sujets plus poussés, comme la génétique, il faut tenir compte de ce qu'ils savent ». Bruno évoque des expériences d'entrevue : « Lorsque je rencontre un scientifique, je lui dis : je vais vous poser des questions naïves, parce que je me mets dans la peau du jeune. Souvent, je leur pose la question, même si je connais la réponse. Je ne leur dis jamais que j'ai une formation en sciences ».

Par la suite, nous nous sommes penché plus spécifiquement sur le modèle didactique de VS. Premièrement, nous avons demandé aux vulgarisateurs de nous parler de la structure du texte de réfutation et de son impact sur les élèves. Bruno a affirmé : « J'aime l'idée de la réfutation pour défaire une conception qu'ils ont. Je trouve cela intéressant de partir de ce qu'ils savent. C'est important de toujours revenir à ce qu'ils connaissent. On le sait et on vient de se le faire rappeler ». Laurène poursuit : « On n'a jamais l'occasion de fouiller à ce point la compréhension de nos textes. On le fait sur la maquette à l'occasion [...] » Puis, elle prend un exemple : « Chaque fois qu'on fait un article sur le corps humain, ça ne lève pas. Là, on sait pourquoi. Ces entrevues me donnent un nouveau regard. Ce n'est pas qu'ils n'aiment pas [entendre] parler du corps humain, c'est la manière dont on en parle ». Laurène précise également qu'il est impératif de réfuter explicitement les fausses conceptions pour que les élèves ne se méprennent pas sur la signification du texte. Elle précise : « C'est bien important, comme on l'a vu dans le texte de Bruno, de dire que c'est faux [après l'énoncé d'une préconception] et ça, à chaque fois. Par exemple, écrire : mythe 1, mythe 2 ou idée fausse 1, idée fausse 2, etc. ». Reconnaisant la



pertinence de cette idée, Bruno souligne d'ailleurs que c'est ce qui était prévu pour la mise en page<sup>121</sup>.

Puis, nous avons discuté plus spécifiquement du niveau de formulation des concepts. Bruno reconnaît que le niveau de formulation des concepts n'est pas toujours pris en compte : « C'est important de ne pas les surestimer [les jeunes]. On n'est plus à leur échelle, on oublie [ce qu'on savait étant plus jeune]. La réfutation, oui, mais ce n'est pas ce que je retiens en premier. C'est plutôt partir de leurs conceptions et éviter de les surestimer ». Laurène se rappelle : « C'est difficile de trouver la limite. Est-ce que si on dit quelque chose qu'ils savent [déjà], ils vont se dire qu'on les prend pour des bébés? » Bruno n'est pas de cet avis : « Les gens ne se tannent pas de voir valider des choses qu'ils croient ». Laurène est d'accord. Concernant le choix des mots utilisés, Bruno dit :

« Lorsque j'ai écrit le texte, j'ai eu un doute, je me suis demandé : est-ce que je mets *puisé* ou pas? *Notamment*, est-ce que c'est un mot qui est trop long par rapport à *surtout*? Puis, toutes ces questions passent, mais [avec le recul] on les avait les petits signaux [que ce serait plus difficile à comprendre pour les élèves] et on ne les écoutaient pas toujours. »

Bruno précise :

« Concernant les fuseaux neuromusculaires, j'en avais parlé dans deux numéros précédents [du magazine]. On parlait alors du muscle, du sens de l'équilibre, de la proprioception, et dans le sondage [auprès des lecteurs], ils ne semblaient pas avoir eu trop de misère [à comprendre]. Je me suis dit, je vais le remettre, mais je vais le supprimer finalement. Quand je vais le réécrire, ça va disparaître des deux mythes. »

Afin de rester vigilante par rapport au niveau de formulation, Laurène dit : « Je vais avoir des modèles, je vais penser à eux [en parlant des élèves] ». Faisant référence à son éditeur, Bruno philosophe : « Comme mon petit Félix intérieur, j'aurai les cinquième année de [nom de l'école] au-dessus de mon épaule ».

---

<sup>121</sup> La mise en page finale, telle que publiée dans *Sport Débrouillards* du mois de septembre 2014, se trouve à l'annexe 10.

Puis, nous avons discuté de la carte conceptuelle. Lorsque nous avons composé les textes de réfutation sur le béluga et le requin blanc, nous avons demandé aux élèves de dessiner leur animal, d'organiser les concepts autour de leur dessin et de les expliquer brièvement (revoir les tableaux III et IV). De leur côté, Laurène et Bruno avaient demandé aux élèves de dessiner les muscles et de répondre à des questions préalablement préparées. Nous avons également spécifié que des ouvrages de didactique des sciences pouvaient aussi être consultés afin de trouver quelques conceptions fréquentes d'élèves. Les échanges avec les élèves nous permettant d'avoir un accès plus facile à leurs conceptions, nous avons décidé de miser sur des entretiens de groupe pour connaître leurs conceptions de départ. Reconnaissant d'entrée de jeu que pour des raisons évidentes de contraintes de temps, il serait impossible de faire appel à des enfants pour chacun des articles à composer, nous avons voulu néanmoins savoir comment les deux vulgarisateurs organisaient la structure de leurs textes. Bruno a dit : « J'ai une séquence en tête que j'essaie et je vois si ça fonctionne ». Pour Laurène, la question ne se pose pas autant, puisque selon elle, ils ont rarement des textes suivis à écrire sur un sujet. Lorsque nous reprenons l'exemple du texte sur le requin blanc, Laurène résume ainsi sa pensée : « D'accord pour le requin, mais celui sur les muscles est morcelé ». Bruno lui fait remarquer néanmoins qu'il y a tout de même une logique dans l'ordre des idées abordées. Laurène nuance en nous pointant la carte conceptuelle que nous avons montrée lors de la première rencontre (sur la fourmi *Cataglyphis*, revoir à l'annexe 7) : « Moi, je ne pense pas du tout comme c'est écrit dans ces cartes ». Bruno abonde dans le même sens : « Moi non plus, je n'ai pas de schéma comme ça dans ma tête ». Pour Laurène, c'est l'amorce qu'elle écrit en premier. Cette amorce va lui donner l'angle à exploiter dans son article : « Ma carte, c'est mon angle [à exploiter]. Par exemple, si on veut leur parler des manèges, on se demande : qu'est-ce qui va les intéresser? Dans mon amorce je dis : monte à bord des montagnes russes. Fais le plein de sensations et tu vas comprendre ce que tu ressens ». Bruno poursuit : « Plutôt que d'avoir une carte [des concepts], on cherche ce qui va être le plus accrocheur, le plus fort, pour que le jeune ait envie de lire l'article au complet. On pense comme des communicateurs, pas comme des didacticiens ». Laurène revient sur le texte du requin blanc pour appuyer les dires de Bruno concernant l'amorce. Pendant que Laurène lit l'introduction, Bruno dit : « Dans cet article, il y avait différentes amorces : l'utilisation d'Internet, la présentation du requin Lydia, l'invitation à suivre ses déplacements, [dans chaque cas] on s'adresse directement au jeune ». Bruno insiste : « On n'est pas dans une stratégie de transmettre

l'information. On essaie d'attirer l'attention, de communiquer et à l'intérieur de cela, on cherche à transmettre de l'information. Il y a un compromis entre la transmission d'informations et attirer l'attention du jeune et lui donner le goût de lire ».

Quant à leur perception de ce modèle didactique de VS, Bruno affirme :

« Je le vois comme un outil. Si tu me disais, dans ton magazine, tu ne dois utiliser que la démarche par réfutation, je te dirais que c'est impossible parce que ce n'est pas toujours approprié de réfuter. Mais si tu me dis que c'est une option parmi d'autres, je ne vois pas de problème. C'est en utilisant, en manipulant l'outil [le modèle didactique de VS], en fonction des données que j'aurai ramassées, de ce que j'aurai à dire, que je vais être en mesure de voir quand ça s'applique. Ce n'est pas une recette. »

Dans ce même élan, nous sommes revenus l'espace de quelques instants sur la structure du texte de réfutation. Nous avons discuté de sa séquence : énoncé de la conception fréquente, réfutation et présentation de la conception scientifique validée afin de réitérer que cette séquence n'était pas immuable. Par exemple, il est possible d'introduire d'abord la conception scientifique, ou encore la réfutation. Or, bien que nous en ayons discuté antérieurement, aucun d'entre nous n'a exploré cette avenue pour composer les textes de réfutation. Bruno est catégorique : « Moi, comme communicateur, je préfère mettre la [fausse] conception en premier, parce que ça permet de créer un conflit [cognitif] et de piquer la curiosité du jeune. Si j'y vais avec l'explication, le jeune va se dire : allez, accouche avec ton explication [...] » Pour lui, la présentation de la conception fréquente est la seule qui tienne, car le vulgarisateur scientifique n'accompagne pas le lecteur dans l'évolution de sa conception, il ne fait que solliciter son intérêt. Bruno rajoute : « Ça, c'est approprié lorsqu'il y a un cheminement [un enseignement]. Tu peux amener le jeune dans son cheminement et lui faire réaliser pourquoi il y a une erreur [en quoi sa conception est fausse] ». Pour faire un lien, Laurène prend l'exemple de la douleur associée à l'exercice :

« Dans la réparation des courbatures, ils [les élèves] ne savent pas ce qu'est une courbature, ils ne se sont probablement jamais posé la question *pourquoi j'ai mal*. Mais pour la position du Soleil par rapport à la Terre [reprenant un exemple que nous avons formulé par rapport à l'observation que font les élèves du premier cycle du primaire lorsqu'ils voient le Soleil *traverser le ciel* pendant la journée], tu peux faire évoluer le raisonnement pour leur montrer que non, non ça ne

marche pas [le Soleil ne tourne pas autour de la Terre]. Mais dans le cas de conceptions qu'ils n'ont jamais réellement eu l'occasion d'élaborer et de se faire une idée claire, je crois qu'il faut le dire tout de suite, non ce n'est pas ça [faire l'énonciation de la réfutation]. »

Bruno conclut : « Dans la réfutation, ce qui marche c'est le fait qu'il y a un conflit [cognitif], ils cherchent la solution. Ou encore, on parle de leurs préconceptions. C'est peut-être un mélange des deux ». Laurène poursuit : « Oui, c'est un mélange des deux ». Laurène : « Sans préconception, tu ne peux pas arriver à [introduire] un contenu ».

Si les deux vulgarisateurs reconnaissent d'emblée que certains éléments du modèle, notamment les cartes et les changements conceptuels, ne s'appliquent pas au spectre non formel de la communication scientifique, ils reconnaissent certainement l'importance de proposer un niveau de formulation approprié, de prendre en compte les conceptions des lecteurs et de les réfuter lorsque cela est approprié. Intéressés à piquer la curiosité du lecteur et à l'informer plutôt que de faire évoluer ses conceptions, les vulgarisateurs se sont toutefois montrés intéressés à mieux identifier les conceptions fréquentes de leurs lecteurs, et à ce chapitre, ils ont manifesté un intérêt à consulter des ouvrages de didactique qui en recensent. Notre modèle préliminaire, dont le processus est détaillé à la figure 8 de la page 127 de cette recherche, reposait en grande partie sur les cartes conceptuelles, les niveaux de formulation, le texte de réfutation et le changement conceptuel. Nos entrevues avec les vulgarisateurs scientifiques nous ont permis de cerner les apports et les limites de ce modèle.

## **5.2 Notre modèle prend forme**

Dans la présente section, nous considérerons les différentes données de la recherche et nous reviendrons sur la problématique soulevée dans cette thèse, soit le peu de place accordée aux conceptions des jeunes lecteurs au sein de la littérature de VS. Après avoir recensé différentes lacunes au sein de la littérature de VS destinée à des jeunes lecteurs, nous avons postulé qu'un modèle didactique basé, entre autres, sur le texte de réfutation, pouvait contribuer à élaborer des publications mieux adaptées aux conceptions scientifiques des jeunes lecteurs. Les textes élaborés par les vulgarisateurs scientifiques, la présentation de notre modèle didactique de VS,

leurs rétroactions, les résultats aux différents tests, de même que les échanges avec les jeunes lecteurs ont permis de nourrir nos réflexions à l'égard de ce modèle.

### 1. Écrire avec son cœur d'enfant

En lisant le texte informatif de réfutation de Bruno *Requin sous surveillance*, on sent le souci de capter l'intérêt du lecteur. Un sujet qui alimente l'imaginaire depuis l'incontournable film *Jaws*, un titre accrocheur, une mise en page dynamique, des photographies saisissantes du requin Lydia, des données qui portent à réflexion, etc. Pas de doute, l'auteur est tout à fait en phase avec son jeune lecteur. Dans son *Guide de vulgarisation*, Lapointe (2008) insiste sur l'importance pour le vulgarisateur de « se mettre dans la peau du lecteur » (p. 37). Pour orienter ses pairs, il y va de quelques questions censées les guider dans le processus de vulgarisation :

« Qu'est-ce qui va l'intéresser? Quel angle devrais-je prendre pour raconter mon histoire? Que dois-je lire en priorité, compte tenu du temps dont je dispose? Que dois-je retenir parmi les informations ramassées lors de ma recherche? Comment lui raconter cette histoire sans avoir l'air de lui faire la leçon? Comment rédiger pour qu'il ait le goût de lire jusqu'au bout? Au fur et à mesure qu'on écrit, qu'on ajoute des paragraphes, on se relit et on se demande instinctivement : est-ce qu'il va me comprendre? Est-ce qu'il va suivre le fil de mon texte? Et quand on a fini d'écrire, on se lit encore : est-ce que c'est clair? » (Lapointe, 2008, p. 39)

Pour bien rejoindre leur public cible, les vulgarisateurs se tiennent informés de ce qui intéresse les jeunes. Ainsi, ils suivent tout aussi bien l'actualité scientifique que les superhéros de l'heure, les nouvelles bandes dessinées ou les jeux vidéo sur le marché. De plus, *Les Débrouillards* sondent chaque année l'intérêt des lecteurs afin de recueillir leur opinion sur les différents articles et les inviter à formuler des suggestions. Tantôt alimentés par une entrevue auprès d'un spécialiste ou toutes autres sources scientifiques crédibles, et appuyés par toute une équipe de rédaction multidisciplinaire (éditeur, rédacteur en chef, réviseur, graphiste, linguiste, etc.), les vulgarisateurs scientifiques s'emploient à éveiller l'intérêt des lecteurs pour la science. Une telle armée d'intervenants permet également d'assurer une homogénéité du contenu des textes en élaguant le superflu et les phrases trop longues, en clarifiant certains passages et en uniformisant le style. Et on s'en rend compte en lisant le texte *Requin sous surveillance*. L'intention est clairement d'expliquer au jeune lecteur comment les scientifiques suivent Lydia et les autres

requins blancs à la trace afin de mieux comprendre leurs déplacements. Chemin faisant, le jeune lecteur s'informe sur la réalité de cette espèce au statut précaire.

Pour définir la vulgarisation, Lapointe (2008) reconnaît l'importance de l'explication, c'est-à-dire la simplification d'un concept en apparence complexe en proposant un nouvel éclairage. Ici, pour illustrer comment la télémétrie permet de suivre à distance un requin, Bruno décrit en détail comment on installe l'émetteur sur l'aileron du requin. Il emploie un vocabulaire simple et le lecteur peut apprécier le trajet du requin en consultant une carte géographique.

## **2. Adapter le niveau de formulation**

L'explication peut parfois s'avérer plus complexe lorsque les concepts à aborder sont nombreux par rapport au niveau d'apprentissage du jeune lecteur. C'est le cas du deuxième thème présenté par les vulgarisateurs scientifiques : les muscles et l'entraînement. Avec les données de leur sondage annuel en tête, les deux vulgarisateurs n'étaient pas surpris que les lecteurs n'aient pas tout compris en lisant les deux versions (informative et narrative) de leur texte sur les muscles et l'entraînement, les articles sur le corps humain ne suscitant pas autant l'intérêt de leurs jeunes lecteurs, selon eux. Est-ce vraiment le cas, ou est-ce plutôt le niveau de formulation des concepts qui n'était pas approprié? La réponse est venue de la bouche de Laurène elle-même, qui a plutôt reconnu que c'était la façon d'aborder le sujet qui rendait les articles sur le corps humain moins accessibles. Toujours selon Lapointe (2008), il faut savoir adapter le niveau de formulation au public visé. Les échanges avec les élèves ont permis aux vulgarisateurs de réaliser l'importance du choix des mots lorsque vient le temps d'expliquer un concept. Si Laurène et Bruno ont été surpris d'apprendre que plusieurs élèves ne comprenaient pas les mots : « fibre, souple, courbature, feinte, ample, puiser et contraction », d'autres difficultés pouvaient pourtant être facilement prévisibles, notamment avec les mots : « fuseau neuromusculaire, protéine et détecteur d'étirement ». Par exemple, lors des entrevues avec les élèves du groupe « texte de réfutation », les phrases suivantes semblaient engendrer de la confusion dans l'esprit des lecteurs : « Les muscles contiennent des détecteurs d'étirement, appelés fuseaux neuromusculaires. Quand les muscles s'étirent brusquement, les fuseaux neuromusculaires provoquent une contraction musculaire pour bloquer cet étirement ». D'une part, pour un jeune lecteur du primaire, le concept de détecteur d'étirement peut être difficile à imaginer. Le fait de

l'attribuer aux fuseaux neuromusculaires n'ajoutait rien de concret. Qui plus est, on peut se demander également en quoi il est pertinent de décrire la fonction des fuseaux neuromusculaires à des jeunes lecteurs. Et comme il n'y avait pas d'illustration pour accompagner l'explication, les lecteurs étaient dans une impasse. Dans sa variante narrative de réfutation, le texte de Laurène n'est pas plus éclairant : « En fait, à force de faire des étirements, les détecteurs d'étirement, qui s'appellent des fuseaux neuromusculaires, apprennent à tolérer les étirements et ils ne provoquent plus de contractions ». À la suite des commentaires des élèves, Bruno a décidé de retirer toute allusion aux fuseaux neuromusculaires et a éliminé les mots « détecteurs d'étirement » dans la version publiée (voir l'annexe 10) : « Quand les muscles sont étirés brusquement, ils réagissent en se contractant. Ça limite leur étirement et la flexibilité des membres » (p. 14). La phrase est ainsi plus simple à comprendre.

D'autres passages sont aussi difficiles à appréhender, car l'auteur semble tenir pour acquis que le lecteur a les connaissances de base nécessaires pour bien comprendre les concepts. C'est le cas notamment du passage du texte qui traite de l'oxygène. Les élèves interrogés après le posttest nous ont révélé qu'ils savaient que l'oxygène était un gaz nécessaire à la survie, mais ils ignoraient que ce gaz passait dans la circulation sanguine. Ainsi, lorsqu'ils ont lu la phrase : « Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang », il s'est produit une rupture dans leurs conceptions. Cela a certainement nui à la compréhension du concept de l'adaptation du muscle lors de l'essoufflement. Reconnaisant avoir surestimé les connaissances de base des élèves, les deux vulgarisateurs sont d'avis que de revenir sur des concepts connus vient conforter le lecteur, et que cela pourrait contribuer à améliorer la compréhension de leur texte. Ainsi, dans la version publiée (voir l'annexe 10), Bruno a pris soin d'expliquer le lieu des échanges gazeux : « Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite. Le sang absorbe alors plus d'oxygène dans les poumons et il en envoie plus aux muscles. » (p. 15)

### **3. Partir de leurs idées**

Lors du processus d'écriture du texte sur les muscles et l'entraînement, Bruno et Laurène ont questionné les élèves pour connaître leurs conceptions initiales sur les différents sujets traités. Certaines réponses d'élèves ont pu les guider, notamment concernant le rôle du cerveau et des

muscles dans l'enregistrement d'un mouvement. Dans les textes informatif et narratif de réfutation, les auteurs ont clairement explicité le fait que les muscles n'enregistraient pas le mouvement, mais que c'était plutôt le cerveau qui s'en chargeait. Les questions du posttest portant sur ce concept ont d'ailleurs été bien réussies, particulièrement par les élèves qui avaient lu la deuxième version du texte de réfutation, qui portait la mention explicite « faux » devant chaque sous-titre.

D'autres commentaires d'élèves n'ont pas été retenus, bien qu'ils auraient certainement pu apporter des éclaircissements. C'est le cas du paragraphe du texte informatif de réfutation qui portait sur la douleur musculaire. Interrogé sur l'origine de la douleur du lendemain pendant le processus d'écriture, un élève a signalé que les muscles accumulaient de l'acide lactique et que cela était responsable de la douleur. Un autre a parlé de cellules qui étaient mobilisées pour réparer une blessure. Pourtant, tant dans la version informative du texte de réfutation de Bruno que dans la version narrative de réfutation de Laurène, on ne faisait pas la distinction entre une crampe (l'accumulation de l'acide lactique) et la douleur musculaire du lendemain. Les élèves qui ont participé aux entrevues des groupes « texte informatif » et « texte narratif » confondaient clairement crampe et courbature. Dans sa pratique habituelle, Laurène nous a mentionné qu'elle se préoccupait des connaissances préalables des lecteurs, précisément lorsqu'elle traitait d'un sujet plus poussé, et notamment quand elle aborde la génétique. Bruno a dit se mettre dans la peau des jeunes lecteurs en posant des questions naïves aux scientifiques qu'il rencontre. À la suite des résultats de cette recherche, les deux vulgarisateurs ont reconnu la pertinence de se préoccuper des conceptions des lecteurs, et ont exprimé de l'intérêt à consulter un ouvrage de didactique qui présente les fausses conceptions fréquentes des jeunes apprenants. Nous leur avons aussi proposé de consulter la *Progression des apprentissages du primaire* (MELS, 2009), puisque cette publication propose une certaine chronologie pour aborder des savoirs. Toutefois, comme cet échange a eu lieu *a posteriori*, les vulgarisateurs n'y ont par recouru dans le cadre de cette recherche.

Dans la version publiée de son texte, Bruno a retenu le titre que nous lui avons proposé : *Quatre idées fausses sur les muscles et l'entraînement* (voir annexe 10), et il a pris soin de distinguer les notions de crampe et de courbature. Après avoir introduit la notion de courbature, Bruno



écrit : « Il ne faut pas confondre avec des crampes, qui surviennent pendant l'exercice » (p. 14). Cette reconnaissance du rôle des conceptions fréquentes des lecteurs est importante, comme le rappelle Lapointe (2008) : « Même un public qui n'a jamais étudié en science possède des connaissances préalables sur beaucoup de sujets, dont certaines sont fausses, ce qui n'empêche pas qu'il faille en tenir compte » (p. 39).

#### **4. Réfuter explicitement**

La variante informative du texte de réfutation de Bruno nous a également permis de mettre en lumière l'importance de réfuter explicitement une fausse conception. Si les vulgarisateurs reconnaissent la pertinence de réfuter clairement une fausse conception, la comparaison des prétests et posttests va également en ce sens. Dans la première version du texte de réfutation, Bruno a utilisé le mot « mythe » dans le titre de l'article mais n'en avait pas fait mention pour chacun des sous-titres. Nous avons vu qu'à peine 57 % des élèves de cette étude étaient à même de formuler une bonne explication de ce qu'est un mythe. Qui plus est, nous avons pu constater qu'une seule occurrence de ce mot en début de texte n'était pas assez éclairante, car chaque sous-titre présentait une conception erronée et on ne l'explicitait pas davantage. Dans notre version du texte de réfutation, l'entrevue auprès des lecteurs nous a permis de comprendre que la mention « faux » devant la fausse conception en début de paragraphe avait permis de mieux préciser qu'il s'agissait d'une fausse conception. Dans la version narrative, les titres et sous-titres ne mettaient pas en évidence les conceptions erronées, celles-ci étant fondues dans le texte. Nous avons noté à plusieurs reprises que le texte de réfutation était plus efficace pour amener un changement de conception, mais avait peu ou pas d'impact lorsque la réfutation n'était pas explicite, ou qu'elle était diluée dans une longue explication. Pour les vulgarisateurs qui ont participé à cette recherche, la réfutation est un moyen parmi d'autres pour défaire une idée reçue lors de la lecture d'un texte, et elle peut être utilisée en guise d'amorce dans le texte dont nous venons de traiter. Ils ont retenu la séquence : énonciation de la conception, réfutation et présentation de la conception scientifique validée, celle-ci étant jugée plus propice pour éveiller l'intérêt du lecteur en créant d'entrée de jeu un conflit cognitif.

## 5. Comprendre plutôt qu'apprendre

Bien que les conceptions scientifiques des élèves des groupes « texte de réfutation » aient généralement plus évolué que celles des groupes « texte classique », l'apprentissage n'est pas une préoccupation en soi pour les vulgarisateurs scientifiques. Nous l'avons recensé dans la littérature scientifique, le cadre non formel de la VS n'a pas les mêmes visées que l'enseignement scientifique. Et pour cause, la VS n'a pas les mêmes obligations que l'école; elle peut choisir elle-même les thèmes qu'elle aborde et recourir à des procédés qui lui sont propres, sans être assujettie à un cadre qui l'oblige à présenter un ou plusieurs concepts donnés (Jacobi *et al.* 1990). Les deux vulgarisateurs nous l'ont réitéré dans cette recherche. S'ils ne semblent pas être influencés par la possibilité d'une utilisation de leurs textes, ils sont conscients que ces textes rejoignent néanmoins un lectorat important en classe. Comme nous l'avons cité plus haut, les publications des *Débrouillards* rejoignent annuellement quelques 250 000 jeunes, parents et enseignants. En plus, chaque mois, *Les Débrouillards* publient des fiches pédagogiques sur leur site Internet afin de proposer des pistes d'accompagnement aux enseignants qui utilisent leurs magazines en classe. En fait, s'ils ne souhaitent pas se substituer au cadre formel de l'enseignement scientifique, les vulgarisateurs scientifiques misent plutôt sur des moyens de communication efficaces : d'abord éveiller l'attention du lectorat, puis transmettre de l'information. Lapointe (2008) abonde également en ce sens. Pour le journaliste scientifique, la VS peut être définie comme un enseignement non formel lorsqu'elle s'adresse à un public de jeunes. Il cite entre autres, comme exemple, les animations scientifiques dans les écoles et les musées, mais aussi les auteurs qui vulgarisent la science et qui doivent être conscients des idées que les jeunes lecteurs se font de la science. Or, conscients que les conceptions des jeunes n'étaient pas bien prises en compte, nous avons élaboré un modèle didactique de VS afin d'amener un changement conceptuel chez les jeunes lecteurs. Si le contexte de la VS ne débouche pas nécessairement sur un apprentissage, l'induction d'un changement conceptuel, en s'appuyant sur les préconceptions des jeunes lecteurs, apparaît comme un bon moyen de communiquer la science. Certes, notre modèle didactique de base, qui s'inspirait notamment des travaux de Dole et Sinatra (1998), n'a pas été retenu dans son intégralité. Toutefois, certains éléments ont été retenus par les vulgarisateurs, notamment le fait de rendre le texte compréhensible, de prendre en compte les conceptions des lecteurs et de motiver ces derniers, par exemple en provoquant chez eux un conflit cognitif. S'ils souhaitent ardemment garder le

contrôle sur le processus créatif, en traçant eux-mêmes la structure de leurs textes et en misant énormément sur l'amorce pour capter l'intérêt du lecteur, les vulgarisateurs se sont dits néanmoins intéressés par la réfutation des fausses conceptions de leurs jeunes lecteurs.

## CHAPITRE 6 : CONCLUSIONS

Dans cet ultime chapitre, nous revenons sur notre postulat, notre question et notre démarche de recherche. Ce bref retour en arrière est l'occasion d'examiner les retombées de cette recherche pour les vulgarisateurs scientifiques et les jeunes lecteurs. Nous présentons le modèle didactique de VS qui se dégage de ce travail collaboratif. Enfin, nous abordons les limites que nous avons identifiées et les perspectives de recherche qu'il reste à explorer.

### 6.1 Un modèle didactique de VS ancré dans la réalité du vulgarisateur scientifique

Après avoir mis en évidence le peu de place accordée aux conceptions des jeunes lecteurs dans la VS, nous avons postulé qu'en prenant appui sur ces conceptions, le vulgarisateur pourrait ainsi élaborer des textes mieux adaptés à un jeune lectorat. D'abord, nous nous sommes demandé quel modèle serait le plus apte à répondre à ce besoin. Après avoir mené une recension de la documentation scientifique et analysé différents textes de réfutation, nous avons élaboré une première version du modèle didactique de VS inspirée des travaux de didactique. Puis, nous nous sommes questionné afin de déterminer quelles démarches permettraient aux vulgarisateurs scientifiques de s'approprier notre modèle. Convaincu que ce modèle devait être construit, testé et enrichi avec les vulgarisateurs eux-mêmes, nous avons retenu une méthodologie de recherche centrée sur la problématique du terrain, qui comprend plusieurs cycles de mise à l'essai : le modèle *Design Experiment* (DE). Cette méthodologie de recherche nous a permis de confronter la théorie avec la pratique de la VS. De cette expérimentation, nous avons pu dégager différentes lignes directrices qui pourront accompagner les vulgarisateurs scientifiques dans leur travail.

### 6.2 Les retombées de la recherche

D'abord, cette thèse a permis à des vulgarisateurs scientifiques de se pencher sur la place de la didactique dans leur travail de VS auprès de jeunes lecteurs. Elle a également facilité une meilleure compréhension du travail de vulgarisateur scientifique et des préoccupations inhérentes à cette tâche complexe.

Couramment, l'adjectif « didactique » est utilisé de manière péjorative pour désigner un texte théorique qui présente des notions dans une séquence logique, mais sans grand intérêt. Cette

recherche aura contribué à jeter un éclairage nouveau sur ce qu'est la didactique. Parce qu'elle a mis en contact les jeunes lecteurs avec les auteurs, d'une part, elle a permis à ces derniers d'avoir une prise sur les idées que les lecteurs se font, d'autre part. Les questionnaires avant et après la lecture des textes et les entrevues de groupe ont servi d'outils pour révéler la compréhension des textes. S'ils avouent qu'ils ne s'étaient jamais autant questionnés sur la compréhension de leurs textes par les jeunes lecteurs, les deux vulgarisateurs scientifiques ont reconnu différents apports de cette recherche pouvant les aider dans leur pratique.

La figure 12 présente le modèle didactique de VS qui se dégage des données recueillies dans cette recherche. De l'idée de départ à l'article publié dans *Les Débrouillards*, nous décrivons ici les moments forts de ce modèle de transposition des savoirs. Une idée prometteuse pour un article peut venir de toutes parts : d'un savoir savant (une récente découverte scientifique, une innovation technologique, un entretien avec un chercheur, etc.), d'un savoir déjà vulgarisé (un article ou une émission de VS destinée aux adultes, par exemple), de l'actualité scientifique (le souci de souligner l'anniversaire d'un événement marquant, par exemple), d'une photographie ou d'une image intéressante, de la rédaction d'un magazine thématique, etc. Qui plus est, cette idée peut être amorcée par le vulgarisateur lui-même ou par toute autre personne de l'équipe de rédaction. Pour s'informer, le vulgarisateur scientifique s'entretient avec un professionnel (ingénieur, médecin, entraîneur, etc.) et/ou un chercheur, en plus de consulter différents ouvrages de référence. Pour avoir une meilleure connaissance des conceptions fréquentes des jeunes lecteurs visés par l'article, le vulgarisateur scientifique peut s'entretenir avec un jeune lecteur, consulter un ouvrage de didactique et la *Progression des apprentissages du primaire* (MELS, 2009). L'adéquation de ces sources d'information fournit des indices précieux au vulgarisateur, tant sur le contenu que sur les conceptions fréquentes des lecteurs et le niveau de formulation des concepts dont il faudra tenir compte. S'il n'est pas toujours facile de rencontrer un jeune lecteur, le vulgarisateur pourra interpeller un enseignant (par courrier électronique, par exemple) qui pourrait questionner ses élèves. De plus, plusieurs ouvrages de didactique recensent des conceptions fréquentes d'élèves du primaire sur différents concepts scientifiques. Pensons notamment aux ouvrages de Marcel Thouin : *Relever des défis scientifiques et technologiques* (2012), *Éveiller les enfants aux sciences et aux technologies* (2010) et *Résoudre des problèmes scientifiques et technologiques au préscolaire et au primaire* (2011). Aussi, la

*Progression des apprentissages du primaire* (MELS, 2009) permet au pédagogue comme au vulgarisateur scientifique d'avoir une idée des savoirs qui sont au programme scolaire québécois pour chacun des cycles d'enseignement. Sans être prescriptif, ce document officiel donne un aperçu intéressant de la progression des concepts scientifiques qui devraient être abordés au primaire. La prise en compte de ces éléments d'information pourra inspirer le vulgarisateur scientifique dans l'organisation des informations au sein de son texte de VS. À l'inverse, l'organisation des informations peut aussi bien être initiée avant la prise en compte de ces informations, mais ces dernières auront tôt ou tard une portée sur la création de l'article de VS.

Dans ce modèle, nous avons voulu laisser le plus de latitude possible aux vulgarisateurs scientifiques concernant l'organisation de l'information présentée dans leurs textes. En ce sens, les propos recueillis dans cette recherche nous ont permis de constater que différents paramètres peuvent être pris en compte. Notamment, l'amorce apparaît comme un déterminant majeur pouvant initier l'écriture d'un article de VS. Comment surprendre le lecteur? Comment créer une rupture dans ses idées? Comment lui donner le goût d'en savoir davantage? Autant de questions qui interpellent le vulgarisateur et qui sont susceptibles d'amener par la suite un changement conceptuel.

S'il choisit de miser sur la réfutation pour interpellier le jeune lecteur dans ses conceptions, le vulgarisateur scientifique pourra explicitement présenter la conception fréquente, puis la réfuter pour ensuite présenter le savoir validé scientifiquement. Cette recherche a permis également de mettre en lumière l'importance d'adapter le niveau de formulation des concepts en fonction des conceptions scientifiques du public visé. Si les documents que nous avons cités plus haut peuvent aider le vulgarisateur scientifique à avoir une idée des concepts scientifiques qui font partie du paysage scolaire des lecteurs, il lui faut faire un choix judicieux des concepts scientifiques à aborder, porter attention au nombre de ces concepts, présenter des exemples concrets et prendre soin de définir les nouveaux concepts avec un vocabulaire qui soit adapté au niveau du jeune lecteur. Enfin, certains pièges linguistiques doivent être écartés afin de faciliter une meilleure communication avec le lecteur. Parmi ceux-là, éviter les phrases longues, n'aborder qu'un seul concept par phrase, n'utiliser que les mots des lecteurs plutôt que de privilégier de belles figures de style, etc. S'assurer que le texte soit compréhensible pour le jeune

lecteur est un aspect qui est tout à fait au cœur de la communication scientifique. En ce sens, une équipe éditoriale veille à simplifier le texte, à s'assurer d'élaguer ce qui n'est pas nécessaire à la compréhension, à éviter les égarements, etc. Il faut également assurer un processus itératif entre l'écriture du texte initial et les différentes interventions des membres de l'équipe de rédaction.

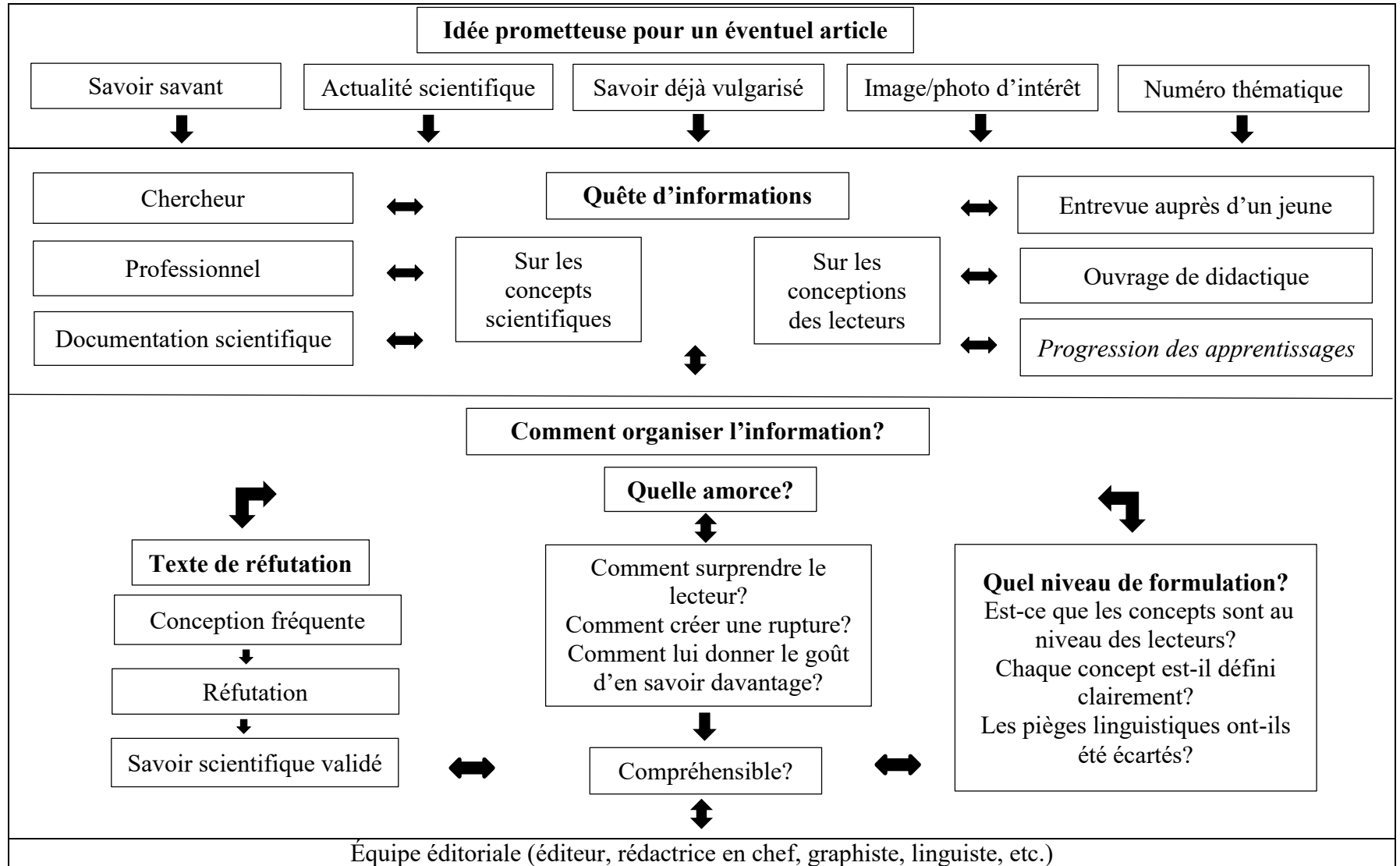


Figure 12 : Modèle didactique de VS ayant pour but d'amener un changement conceptuel



### 6.3 Les limites associées à cette recherche

L'évolution des conceptions des jeunes lecteurs étant au cœur des préoccupations de ce modèle didactique de VS, notre échantillonnage devait permettre de présenter un éventail étendu de ces idées. Les jeunes lecteurs de cinquième année que nous avons sollicités pour participer à cette recherche représentent bien le public cible des *Débrouillards*. Bien que notre échantillon d'élèves ne soit pas représentatif de la population québécoise, puisque tous les élèves viennent d'une même école et qu'ils sont issus d'un milieu socio-économique plutôt favorisé, il demeure néanmoins que cet échantillon permet d'avoir un large spectre des conceptions fréquentes des jeunes de cet âge. Toutefois, en procédant à une pige des noms d'élèves au hasard lors de la formation des groupes, nous n'avons pas exercé de contrôle sur la composition de ces groupes. Basée sur le principe du hasard, nous souhaitons que la formation des groupes soit représentative de cette diversité des idées. En conséquence, nous n'avons pas équilibré les forces entre les différents groupes. Par exemple, si nous avions considéré les résultats des élèves aux examens de lecture pour former les groupes de lecteurs, nous aurions pu nous assurer qu'il y ait, dans chaque groupe, des élèves forts, des moyens et des faibles en compréhension de texte. Comme nous l'avons exposé plus haut, les élèves qui ont plus de facilité en compréhension de lecture changeront plus aisément de conception à la lecture d'un texte. Ainsi, si un groupe d'élèves plus faibles en compréhension de texte a été comparé à un groupe plus fort, cela a pu biaiser les résultats. Néanmoins, cela n'a pas empêché les vulgarisateurs scientifiques de prendre conscience de l'importance à accorder aux idées préconçues des jeunes lecteurs. Également, comme les vulgarisateurs scientifiques que nous avons sélectionnés pour cette recherche étaient des rédacteurs des *Débrouillards*, le modèle que nous avons réalisé a été grandement influencé par la façon de faire de cet acteur important de la VS. Ainsi, si nous avions pu solliciter la participation de vulgarisateurs scientifiques issus de différents milieux (musée scientifique, organisme de sensibilisation à l'environnement, maison d'édition, notamment), notre modèle aurait peut-être exploré d'autres avenues.

#### 6.4 D'autres perspectives de recherche

Certaines questions n'ont pas trouvé réponse dans cette thèse, mais pourraient faire l'objet d'autres recherches. Lors de nos entretiens, les vulgarisateurs scientifiques se sont montrés intéressés par les perspectives de tirer profit des conceptions fréquentes des jeunes lecteurs. Toutefois, ils ont insisté sur le fait que d'autres personnes (réviseur linguistique, rédactrice en chef, éditeur, etc.) apportaient leur contribution au texte. Or, ces intervenants ont-ils des préoccupations d'ordre didactique? Certes, la compréhension du texte semble être une préoccupation qui est partagée par les différents membres de l'équipe, mais ne devrait-il pas y avoir d'autres facteurs qui soient pris en compte? Dans le cadre d'une recherche-action-formation, il pourrait être proposé de former les différents intervenants de l'équipe de rédaction pour qu'ils puissent mieux tirer profit des textes qui sont proposés par les vulgarisateurs scientifiques. Si de nombreuses recherches sur le texte de réfutation se sont intéressées aux lecteurs, bien peu se sont penchées sur les concepteurs de ces ressources. Or, c'est tout un défi de communiquer la science à un public auquel on n'appartient plus. En effet, le vulgarisateur scientifique d'âge adulte qui souhaite communiquer la science à un jeune lectorat se trouve souvent face à une impasse. Il souhaite rejoindre son public cible et multiplie les occasions de mieux le comprendre. Mais au final, connaît-il bien son lecteur? A-t-il une idée claire des concepts qui habitent son public cible? Même s'il porte attention aux sujets qui intéressent les jeunes, le vulgarisateur ne partage pas leur réalité et n'a donc qu'un accès limité aux conceptions de ses lecteurs. Si on met de côté les ouvrages cités antérieurement, pourrions-nous imaginer élaborer, dans le cadre d'une recherche-développement, par exemple, un dispositif qui permettrait de mettre en contact les vulgarisateurs scientifiques et les jeunes lecteurs de façon continue, dans le but d'améliorer cette communication? L'interface du site Internet des *Débrouillards* pourrait-elle, par exemple, permettre à des jeunes lecteurs intéressés à participer au processus d'écriture de leur magazine de répondre à de brèves questions sur leurs conceptions scientifiques? Leurs réponses pourraient, par exemple, leur donner la chance de participer à un tirage pour les encourager à participer en grand nombre. D'autres dispositifs pourraient-ils être envisagés? Si tout connaître de l'autre est impossible, avoir accès à sa façon de construire le monde peut certainement contribuer à établir des ponts prometteurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Adam, J. M. (1994). Le texte et ses composantes : pour une théorie d'ensemble des plans d'organisation. Dans J. Y. Boyer, J. P. Dionne et P. Raymond. (dir.), *Évaluer le savoir lire* (p.163-197). Montréal : Éditions Logiques.
- Alexander, P. A. et Jetton, T. L. (2000). Learning from text : A multidimensional and developmental perspective. Dans M. L. Kamil, P.B. Mosenthal, P. D. Pearson et R. Barr (dir.), *Handbook of reading research* (vol. 3, p. 285-310). New York : Routledge.
- Alvermann, D. E. (2001). *Effective literacy instruction for adolescents*. Publication présentée par le National Reading Conference. Chicago : National Reading Conference.
- Alvermann, D. E., Smith, L. C., Readence, J. E. (1985). Prior knowledge activation and the comprehension of compatible and incompatible text. *Reading Research Quarterly*, 420-436.
- Alvermann, D. E., Hague, S. A. (1989). Comprehension of counterintuitive science text: effects of prior knowledge and text structure. *Journal of Educational Research*, 82, 197-202.
- Alvermann, D. E. et Hynd, C. E. (1989). Effects of prior knowledge activation modes and text structure on nonscience majors' comprehension of physics. *Journal of Educational Research*, 83(2), 97-102.
- Alvermann, D. E., Hynd, C. E. et Qian, G. (1995). Effects of interactive discussion and text type on learning counterintuitive science concepts. *Journal of Educational Research*, 88, 146-154.
- Armand, F. (1996). Le texte documentaire. La littérature de jeunesse et son pouvoir pédagogique. *Association canadienne de langue française*, 24(1-2) Repéré à <http://www.acelf.ca/c/revue/revuehtml/24-12/armand.html>
- Armbruster, B. B. (1993). Reading to learn. *The Reading Teacher*, 46(4), 346-347.
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 243-274.
- Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les Moulineaux : ESF.
- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies*. Paris : De Boeck.
- Astolfi, J.-P. et Develay, M. (2002). *La didactique des sciences* (2<sup>e</sup> éd.). Paris : Presses Universitaires de France.

- Atkinson, T. S., Matusevich, M. N. et Huber, L. (2009). Making science trade book choices for elementary classrooms. *The Reading Teacher*, 62(6), 484-497.
- Auger, N. et Jacobi, D. (2003). Autour du livre scientifique documentaire : un dispositif de médiation entre adulte et enfant lecteur. *ASTER*, 37, 215-241.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York : Grune et Stratton.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology : a cognitive viewpoint*. New York : Holt, Rinehart et Winston.
- Bachelard G. (2004). *La formation de l'esprit scientifique* (10<sup>e</sup> éd.). Paris : PUF.
- Baribeau, C. et Germain, M. (2010). L'entretien de groupe : considérations théoriques et méthodologiques. *Recherches qualitatives*, 29(1), 28-49.
- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering : a study in experimental and social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bêty, M.-N. (2009). *Les principaux modèles de changement conceptuel et l'enseignement des sciences au primaire : état de la question*. Mémoire de maîtrise. Université de Montréal.
- Borg, W. R. (1987). The educational R & D process : some insights. *Journal of Experimental Education*, 55(4), 181-188.
- Borg, W. R. et Gall, M. D. (dir.). (1989). *Educational research, an introduction*, New York : Longman.
- Borg, W. et Gall, M. D. (1994). *Educational research : an introduction*. White Plains, New York : Longman.
- Broughton, S. H., Sinatra, G. M. et Reynolds, R.E. (2010). The nature of the refutation text effect : an investigation of attention allocation. *Journal of Educational Research*, 103, 407-423.
- Broughton, S. H., Sinatra, G. M. et Nussbaum, E. M. (2013). "Pluto has been a planet my whole life!" Emotions, attitudes, and conceptual change in elementary students learning about Pluto's reclassification. *Research in science education*, 43(2), 529-550.
- Brown, A. (1992). Design experiments : theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Bryère, P. et Bricaud, M. (2016). *La culture scientifique au Québec: description et initiatives remarquables*. Québec: Consulat général de France à Québec.

- Butzow, C. M. et Butzow, J. W. (2000). *Science through children's literature : an integrated approach*. Englewood : Teacher Ideas Press.
- Camp, D. (2000). It takes two : teaching with twin texts of facts and fiction. *The Reading Teacher*, 53(5), 400-408.
- Campbell, T. C. (1977). *An evaluation of a learning cycle intervention strategy for enhancing the use of formal operational thought by beginning college physics students* (Thèse de doctorat). University of Nebraska, Lincoln.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cervera, D. (1997). *Élaboration d'un environnement d'expérimentation en simulation incluant un cadre théorique pour l'apprentissage de l'énergie des fluides* (Thèse de doctorat). Université de Montréal.
- Champagne, A. B., Gunstone, R. F. et Klopfer, L. E. (1982). *A perspective on the differences between expert and novice performance in solving physics problems*. Publication présentée au Annual meeting of the Australian Science Education Research Association, Sydney, Australie.
- Chenouf, Y. (dir.). (2009). *Haut(s) les docs!* Aubervilliers : Association Française pour la Lecture.
- Chevallard, Y. (1997). *Questions vives, savoirs moribonds : le problème curriculaire aujourd'hui*. Communication présentée lors du colloque Défendre et transformer l'école pour tous. Marseille, France.
- Chevallard, Y. et Johsua, M.-A. (1991). *La transposition didactique* (2<sup>e</sup> éd.). Grenoble : La Pensée sauvage.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change : belief revision, mental model transformation and categorical shift. Dans S. Vosniadou (dir.), *International Handbook of research of conceptual change* (p. 61 -82). New York: Routledge.
- Cobb, P., Confrey, J. di Sessa, Lehrer, R. et Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Conseil de la science et de la technologie (2003). *La culture scientifique et technique au Québec. Bilan*. Québec : CST.
- Conseil de la science et de la technologie (2004). *La culture scientifique et technique une interface entre les sciences, la technologie et la société. Rapport de conjoncture 2004*. Québec : CST.

- Conseil des académies canadiennes (2014). *Culture scientifique : qu'en est-il au Canada. Le comité d'experts sur l'état de la culture scientifique au Canada*. Ottawa : CAC.
- Conseil supérieur de l'éducation (2004). *Un nouveau souffle pour la profession enseignante. Avis au ministre de l'Éducation*. Québec : CSE.
- Dagher, Z. R., Ford, D. J. (2005). How are scientists portrayed in children's science biographies? *Science and education, 14*, 377-393.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research : an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher, 32*(1), 5-8.
- De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (2002). *Faire vivre de véritables situations- problèmes*. Paris : Hachette Éducation.
- Diakidoy, I. N., Kendeou, P., Ioannides, C. (2003). Reading about energy : the effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology, 28*, 335-356.
- Dick, W., Carey, L. et Carey, J. O. (2001). *The Systematic design of instruction*. New York : Addison-Wesley Longman.
- di Sessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction, 10*(2-3), 105-205.
- Dole, J. A. et Smith, E. L. (1987). *When prior knowledge is wrong : reading and learning from science text*. Communication présentée au Annual meeting of the National Reading Conference, St-Petersburg, Floride.
- Dole, J. A. et Smith, E. L. (1989). Prior knowledge and learning from science text : An introduction study. Dans S. McCormick et J. Zutell (dir.), *Cognitive and social perspective for literacy research and instruction*. Thirty-eighth Yearbook of the National Reading Conference (p. 345-352), Chicago, Illinois.
- Dole, J. A. et Sinatra, G. M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist, 33*(2-3), 109-128.
- Donovan, C. A. et Smolkin, L. B. (2001). Genre and other factors influencing teacher's book selections for science instruction. *Reading Research Quarterly, 36*(4), 412-440.
- Duit, R. et Treagust, D. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education, 25*, 671-688.
- Duke, N. K. (2000). 3.6. minutes per day : the scarcity of informational texts in first grade. *Reading Research Quarterly, 35*(2), 202-224.

- Duke, N. K. et Kays, J. (1998). "Can I say 'Once upon a time'?" : kindergarten children developing knowledge of information book language. *Early childhood Research Quaterly*, 13, 295-318.
- Falk, J. H. (2001). *Free-choice science education: how we learn science outside of school*. New York: Teachers College Press.
- Ford, D. J. (2004). Scaffolding preservice teacher's evaluation of children's science literature : attention to science-focused genres and use. *Journal of Science Teacher Education*, 15(2), 133-153.
- Ford, D. J. (2006). Representations of science within children's trade books. *Journal of Research in science Teaching*, 43(2), 214-235.
- Fournier, T. (2015). *Pensée systémique et épistémologie personnelle d'adolescents en classe de biologie : incidence sur la construction d'une représentation de la circulation sanguine comme système complexe* (Thèse de doctorat). Université Nantes et Université du Québec à Trois-Rivières.
- Gagnon, J.-M. et Morin, L. (1986). *La diffusion de la culture scientifique et technique au Québec*. CST.
- Galilei, G. (1610). *Sidereus Nuncius*. Venise : Thomas Baglioni.
- Galilei, G. (2000). *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*. (traduit par R. Fréreau et F. de Gandt). Paris : Seuil.
- Gall, M. G., Gall, J. P. et Borg, W. R. (2003). *Educational research : an introduction* (7<sup>e</sup> éd.). Boston : Pearson Education Inc.
- Gallagher, M. C et Pearson, P. D. (1982). *An examination of expository texts in elementary instructional materials*. Communication présentée au congrès annuel du National Reading Conference, Clearwater, Floride.
- Gardner, H. (1991). *The unschooled mind*. New York : Basic.
- Giordan, A. (1989). Vers un modèle didactique d'apprentissage allostérique. Dans N. Bednarz et C. Garnier (dir.), *Construction des savoirs : obstacles et conflits* (p. 240-257). Montréal : Éditions Agence d'ARC.
- Giordan, A. (dir.). (1994). *L'élève et/ou les connaissances scientifiques* (2<sup>e</sup> éd.). Paris : Peter Lang.
- Giordan, A. et Pellaud, F. (2008). *Comment enseigner les sciences? Manuel de pratiques*. Paris : Delagrave.

- Giordan, A. et Raichvarg, D. (1986). Quelques conditions pour vulgariser la science à des enfants. *Revue Française de Pédagogie*, 76, 57-67.
- Godin, B. (1999). *Les usages sociaux de la culture scientifique*. Québec : Les Presses de l'Université Laval.
- Godin, B. (2006). Research and development : how the 'D' got into R&D. *Science and Public Policy*, 33(1), 59-76.
- Goldman, S. R. et Bisanz, G. L. (2002). Toward a functional analysis of scientific genres : implications for understanding and learning processes. Dans J. Otero, J. A. Leon et A. C. Graesser (dir.), *The psychology of science text comprehension* (p. 19-50). Mahwah, New Jersey : Erlbaum.
- Gorard, S., Roberts, K. et Taylor, C. (2004). What kind of creature is a design experiment? *British Educational Research Journal*, 30(4), 577-590.
- Gordon, C. J. et Rennie, B. J. (1987). Restructuring content schemata : an intervention study. *Reading Research and Instruction*, 26(3), 162-188.
- Gouvernement du Québec (1979). *Pour une politique québécoise de la recherche scientifique (le livre Vert)*, Québec : Éditeur officiel du Québec.
- Gouvernement du Québec (1980). *Un projet collectif. Énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique (le livre blanc)*, Québec : Éditeur officiel du Québec.
- Guérette, C. (1998). *Au cœur de la littérature d'enfance et de jeunesse*. Sainte-Foy : Les Éditions La Liberté.
- Guillemette, L. (2003). Les ouvrages de vulgarisation scientifique au Canada français. L'influence du frère Marie-Victorin sur la littérature pour la jeunesse. *Annales des Bretagne et des Pays de l'Ouest*, 110(4), 235-246.
- Guzzetti, B. J. (2000). Learning counter-intuitive science concepts : what have we learned from over a decade of research? *Reading & Writing Quarterly*, 16, 89-98.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., et Glass, G. V. (1992). Promoting conceptual change in science : can texts be used effectively? *Journal of Reading*, 35(8), 642-649.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V. et Gamas, W.S. (1993). Promoting conceptual change in science : a comparative meta-analysis of instruction interventions from reading education and science education. *International Reading Association*, 28(2), 117-159.



- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. et Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of research in science teaching*, 34(7), 701-719.
- Hasan, R. (1984). The nursery tale as a genre. *Nottingham Linguistic Circular*, 13, 71-102.
- Hasni, A. et Roy, P. (2006). Comment les manuels scolaires proposent-ils d'aborder les concepts scientifiques avec les élèves? Cas des concepts de biologie. Dans J. Lebrun, J. Bédard, A. Hasni (dir.), *Matériel didactique et pédagogique : Soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative* (p. 125-162). Ste-Foy : Presses de l'Université Laval.
- Hatano, G. et Inagaki, K. (1997). Qualitative changes in intuitive biology. *European Journal of Psychology of Education*, 22(2), 111-130.
- Hawking, S. (2007). *Une brève histoire du temps*. Paris : J'ai lu.
- Hewson, M. G. et Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hofer, B. K., et Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (2002). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hynd, C. R. (2003). Conceptual change in response to persuasive messages. Dans G.M. Sinatra et P.R. Pintrich (dir.), *Intentional Conceptual change* (p. 291-315). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hynd, C. R., Alvermann, D. E. (1986a). Prior knowledge activation in refutation and non-refutation. Dans J.A. Niles et R.V. Lalik (dir.), *Solving problems in literacy : learners, teachers, and researchers. Thirty-fifth Yearbook of National Reading Conference* (p. 55-60), Rochester, New York : National Reading Conference.
- Hynd, C. R., Alvermann, D. E. (1986b). The role of refutation text in overcoming difficulty with science concepts. *Journal of Reading*, 29, 440-446.
- Hyönä, J. (1998). Lukeminen havaintoprosessina. [Reading as a perceptual process.] *Psykologia*, 4-5, 276-282.
- Irwin, J. W. (2007). *Teaching reading comprehension processes* (3<sup>e</sup> éd.). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

- Iuli, R. J. et Helldén, G. (2004). Using concept maps as a research tool in science education research. Repéré à <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-223.pdf>
- Jacobi, D. (1999). *La communication scientifique. Discours, figures, modèles*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Jacobi, D. (2005). *Les sciences communiquées aux enfants*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Jacobi, D., Boquillon, M. et Prévost, P. (1994). Les représentations spatiales de concepts scientifiques : inventaire et diversité. *Didaskalia*, 5, 11-24.
- Jacobi, D. et Schiele, B. (1988). *Vulgariser la science. Le procès de l'ignorance*, Paris : Presses Universitaires de France.
- Jacobi, D., Schiele, B. et Cyr, M.-F. (1990). La vulgarisation scientifique et l'éducation non formelle. *Revue française de Pédagogie*, 91, 81-111.
- Jodelet, D. (1989). *Les représentations sociales*, Paris : Presses universitaires de France.
- Jurdant, B. (1969). Vulgarisation scientifique et idéologie. *Communications*, 14(1), 150-161.
- Kazemek, F., Louisell, R. et Wellike, J. (2004). *Children's stories about their natural worlds : An exploration from multiple perspectives (and an invitation to participate)*. Communication présentée au Annual congrès of the National Association of Research in Science Teaching, Vancouver.
- Kelly, A. E. (2003). Research as design, *Educational Researcher*, 31(1), 3-4.
- Kelly, A. E., Lesh, R. A., et Baek, J. Y. (2008). *Handbook of design research methods in education: innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*. Abingdon : Routledge.
- Kendeou, P. et van den Broek, P. (2007). The effects of prior knowledge and text structure on comprehension processes during reading of scientific texts. *Memory and Cognition*, 35(7), 1567-1577.
- Kintsch, W. (1986). Learning from text. *Cognition and Instruction*, 3, 87-108.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension : a paradigm for cognition*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions* (2<sup>e</sup> éd.). Chicago : The University of Chicago Press.

- Lakatos, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programs. Dans I. Lakatos et A. Musgrave (dir.), *Criticism and the growth of knowledge* (p. 91-196). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lapointe, P. (2008). *Guide de vulgarisation Au-delà de la découverte scientifique : la société*. Ste-Foy : Éditions MultiMondes.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3<sup>e</sup> éd.). Montréal : Guérin.
- Lelièvre, C. (1996). *L'École à la française en danger?* Paris : Nathan.
- Lévy-Leblond, J.-M. (1984). *L'esprit de sel : science, culture, politique*. Paris : Seuil.
- Lehman, S., Schraw, G., McCrudden, M. T. et Hartley, K. (2007). Processing and recall of seductive details in scientific text. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 569-587.
- Lipson, M. Y. (1982). Learning new information from text : the role of prior knowledge and reading ability. *Journal of Reading Behavior*, 14(3), 243-261.
- Lipson, M. Y. (1983). The influence of religious affiliation on children's memory for text information. *Reading Research Quarterly*, 18, 448-457.
- Maduram, I. (2000). "Playing possum" : a young child's responses to information books. *Language Arts*, 77, 391-397.
- Maria, K. (1997). A case study of conceptual change in a young child. *The Elementary School Journal*, 98(1), 67-88.
- Maria, K. et Johnson, J. M. (1989). *Correcting misconceptions : effect of type of text*. Communication présentée au Annual meeting of the National Reading Conference, Austin, Texas.
- Maria, K. et MacGinitie, W. (1981). *Prior knowledge as a handicapping condition*. Communication présentée au 31<sup>st</sup> Annual Meeting of the National Reading Conference, Dallas, Texas.
- Maria, K. et MacGinitie, W. (1982). *The effect of refutation structure texts on the reading comprehension of middle grade children*. Communication présentée au 32<sup>nd</sup> Annual Meeting of the National Reading Conference, Clearwater Beach, Floride.
- Maria, K. et MacGinitie, W. (1983). *The effect of pre-questions on the comprehension of refutation text*. Communication présentée au 33<sup>rd</sup> Annual Meeting of the National Reading Conference, Austin, Texas.
- Maria, K. et MacGinitie, W. (1987). Learning from texts that refute the reader's prior knowledge. *Reading research and instruction*, 26(4), 239-246.

- Mason, L., Gava, M., Boldrin, A. (2008). On warm conceptual change : the interplay of text, epistemological beliefs, and topic interest. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 291-309.
- Mayer, D. A. (1995). How can we best use children's literature in teaching science concepts? *Science and children*, 32(6), 16-19, 43.
- McGuire, W. J. (1960). Cognitive consistency and attitude change. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 60, 345-353.
- Meyer, B. J. F. et Freedle, R. O. (1984). Effects of discourse type on recall. *American Educational Research Journal*, 21, 121-143.
- Migne, J. (1970). Pédagogie et représentations, *Éducation permanente*, 8, 67-88.
- Middleton, J., Gorard, S., Taylor, C. et Bannan-Ritland, B. (2008). The 'compleat' design experiment. From Soup to Nuts. Dans A. E. Kelly, R. A. Lesh et J. Y. Baek (dir.), *Handbook of design research methods in education : innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching* (p. 21-46). New York : Routledge Taylor & Francis Group.
- Mikkilä-Erdmann, M. (2001). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and Instruction*, 11, 241-257.
- Mikkilä-Erdmann, M., Penttinen E., Anto, E. et Olkinuora, E. (2008). Constructing mental models during learning from science text. Dans P. Ifenthaler, P. Pirnay-Dummer et J. M. Spector (dir.), *Understanding models for learning and instruction : Essays in honor of Norbert M. Seel* (p. 62-77). New York : Springer.
- Milne, C. (1998). Philosophically correct science stories? Examining the implication of heroic science stories for school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 175-178.
- Ministère de l'Éducation, du Sport et du Loisir (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire et enseignement primaire*. Gouvernement du Québec : MELS.
- Ministère de l'Éducation, du Sport et du Loisir (2009). *Progression des apprentissages au primaire*. Gouvernement du Québec : MELS.
- Morrison, J. A., et Young, T. A. (2008). Using science trade books to support inquiry in the elementary classroom. *Childhood Education*, 84, 204-208.

- Morrow, L. M., Pressley, M., Smith, J. K. et Smith, M. (1997). The effect of a literature-based program integrated into literacy and science instruction with children from diverse backgrounds. *Reading Research Quarterly*, 32(1), 54-76.
- Nonnon, P. (1993). Proposition d'un modèle de recherche développement technologique en éducation. Dans B. Denis et G. L. Baron (dir.), *Regard sur la robotique pédagogique* (p. 147-154). Liège : Institut National de Recherche Pédagogique.
- Nonnon, P. (2002). Considération sur la R&D technologique en éducation et l'ExAO. Repéré à <http://www.mapageweb.umontreal.ca/nonnonp/pdf/exaoeduc.pdf>
- Norris, S. P., Guilbert, S. M., Smith, M. L., Hakimelahi, S. et Phillips, L. M. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science. *Wiley Periodicals Inc*, 89, 535-563.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. New York : Cornell University Press.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge* (2<sup>e</sup> éd.). New York : Routledge.
- Novak, J. D. et Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York : Cambridge University Press.
- Nussbaum, J. et Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60, 535-555.
- Organisation de développement et de coopération économiques. (2002). *Manuel de Frascati : méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental*. Paris : Service des Publications de l'OCDE.
- Owens, C. V. (2003). Nonsense, sense and science : misconceptions and illustrated trade books. *Journal of children's Literature*, 29(1), 55-62.
- Pappas, C. C. (1993). Is narrative "Primary"? : Some insights from kindergarteners pretend readings of stories and information books. *Journal of Reading Behavior*, 25, 97-129.
- Pappas, C. C. (2006). The information book genre : its role in integrated science literacy research and practice. *Reading Research Quarterly*, 41(2), 226-250.
- Peeck, J., Van den Bosch, A. B., Kreupeling, W. J. (1982). Effect of mobilizing prior knowledge on learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 74(5), 771-777.
- Petty, R. E., et Cacioppo, J. T. (1986). The elaboration likelihood model of persuasion. Dans L. Berkowitz (dir.), *Advances in experimental social psychology* (p. 123-205). New York : Academic.
- Pfundt, H. et Duit, R. (1991). *Student's alternative frameworks and science Education : bibliography*. Kiel, Allemagne : Institute for Science Education.

- Piaget, J. (1928). *The child's conception of the world*. London: Routledge and Kegan Paul Ltd.
- Piaget, J. (1970). *L'épistémologie génétique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1974). *Understanding causality*. New York : W.W. Norton.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W. et Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change : the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. et Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception : toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Raichvarg, D. et Jacques, J. (1991). *Savants et ignorants. Une histoire de vulgarisation des sciences*. Paris : Éditions du Seuil.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing : 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372-422.
- Renninger, K. A. (1992). Individual interest and development : implications for theory and practice. Dans K. A. Renninger, S. Hidi, et A. Krapp (dir.), *The role of interest in learning and development* (p. 361-395). Hillsdale, New Jersey : Erlbaum.
- Rice, D. C. (2002). Using trade books in teaching elementary science : facts and fallacies. *The Reading Teacher*, 55(6), 552-565.
- Rice, D.C. et Rainford, A. (1996). *Using children's trade books to teach science : boon or boondoggle*. Communication présentée au Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St-Louis, Missouri.
- Rices, D. C. et Snipes, C. (1997). *Children's trade books : do they affect the of science concepts?* Communication présentée à la 70<sup>th</sup> Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Oak Brook, Illinois.
- Richey, R. C. et Nelson, W. A. (1996). Developmental research. Dans D. H. Jonassen (dir.), *Handbook of research for educational communications and technology* (p. 1213-1245). New York : Simon & Schuster Macmillan.
- Roqueplo, P. (1974). *Le partage du savoir : science, culture, vulgarisation*. Paris : Seuil.
- Rostand, J. (1960). *Discours de réception de Jean Rostand à l'Académie française et réponse de Jules Romains*. Paris : Gallimard.

- Roth, K. J. (1985). Conceptual change learning and student processing of science texts. Communication présentée lors du *Annual meeting of the American Educational Research Association*, Chicago, Illinois.
- Sackes, M., Trundle, K. C. et Flevares, L. M. (2009). Using children's literature to teach standard-based science concepts in early years. *Early Childhood Education Journal*, 36, 415-422.
- Savoie-Zajc, L. (2009). L'entrevue semi-dirigée. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte de données* (5<sup>e</sup> éd., p. 337-360). Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Schiele, B., Amyot, M. et Benoit, C. (1994). *Quand la science se fait culture : la culture scientifique dans le monde Actes I*. Sainte-Foy : Éditions MultiMondes.
- Schroeder, M., Mckeough, A., Graham, S., Stock, H., et Bisanz. G. (2009). The contribution of trade books to early science literacy: In and out of school. *Research in Science Education*, 39, 231-250.
- Shine, S. et Roser, N. L. (1999). *One small square : Tropical rain forest*. New York : McGraw-Hill.
- Sinatra, G. M. et Broughton, S. H. (2011). Bridging reading comprehension and conceptual change in science education : the promise of refutation text. *Reading Research Quarterly*. 46(4), 374-393.
- Smith, L. C., Readence, J. E. et Alvermann, D. E. (1984). Effects of activation prior knowledge on retention of expository text. Dans J. A. Niles et L. A. Harris (dir.), *Thirty-third Yearbook of the National Reading Conference* (p.188-192). Rochester, New York : National Reading Conference.
- Smolkin, L. B., McTigue, E. M., Donovan, C. A. et Coleman, J. M. (2009). Explanation in science trade books recommended for use with elementary students. *Science Education*, 93, 587-610.
- Snow, C. P. (1959). *The two cultures*. Cambridge University Press.
- Skopeliti, I. et Vosniadou, S. (2006). *The influence of refutational text on children's ideas about the earth*. Communication présentée lors du 28<sup>th</sup> annual conference of the cognitive society, Vancouver.
- Stake, R. (1994). Case studies. Dans N. K. Denzin et Y. S. Lincoln (dir.), *Handbook of qualitative research* (p. 236-247). Thousand Oaks : Sage Publications.

- Stein, N. L. et Glenn, C. G. (1979). An analysis of story comprehension in elementary school children. Dans R. Freedle (dir.), *Multidisciplinary approaches to discourse comprehension* (p.53-120). Hillsdale New Jersey : Asblex.
- Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment : illustrations and implications. *Radical Constructivism in Mathematics Education*, 7, 177-194.
- Strike, K. A. et Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. Dans R. Duschl et R. Hamilton (dir.), *Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice* (p. 147-176). Albany : State University of New York Press.
- Thouin, M. (2001). *Notions de culture scientifique et technologique. Concepts de base, percées historiques et conceptions fréquentes*. Ste-Foy : Éditions MultiMondes.
- Thouin, M. (2010). *Éveiller les enfants aux sciences et aux technologies*. Ste-Foy : Éditions MultiMondes.
- Thouin, M. (2011). *Résoudre des problèmes scientifiques et technologiques au préscolaire et au primaire*. Ste-Foy : Éditions MultiMondes.
- Thouin, M. (2012). *Relever des défis scientifiques et technologiques*. Ste-Foy : Éditions MultiMondes.
- Tippet, C. D. (2009). *Refutation text : effective yet elusive*. Manuscrit inédit.
- Tippet, C. D. (2010). Refutation text in science education : a review of two decades of research. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 951-970.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding*. Princeton : Princeton University Press.
- Treagust, D. F. et Duit, R. (2008). Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Culture Study of Science Education*, 3, 297-328.
- Trundle, K. C., Troland, T. H. et Pritchard, T. G. (2008). Representations of the moon in children's literature: an analysis of written and visual text. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 17-28.
- Tower, C. (2002). "It's a snake, you guys!": the power of text characteristics on children's responses to information books. *Research in teaching of English*, 37(1), 55-88.
- Trouvé, A. (2006). *La notion de savoir élémentaire et l'école. Examen de doctrines et de leurs enjeux* (Thèse de doctorat). Université de Rouen.



- Turcotte, M. et Lenoir, Y. (2001). La place des matières dans le matériel Mémo : quelle perspective interdisciplinaire? Dans Y. Lenoir, B. Rey, G.-R., Roy et J. Lebrun (dir.), *Le manuel scolaire et l'intervention éducative. Regards critiques sur ses apports et ses limites* (p. 181-207). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- Van der Maren, J.-M. (2006). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2<sup>e</sup> éd.). Bruxelles : De Boeck.
- Van der Maren, J.-M. (2007). *La recherche appliquée en pédagogie : des modèles pour l'enseignement* (3<sup>e</sup> éd.). Bruxelles : De Boeck.
- Van Dijk, T. A. et Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York : Academic Press.
- Verret, M. (1975). *Le temps des études*. Paris : Honoré Champion.
- Vick, M. (2016). Beyond the textbook-But not just “Hands on” : Using high-quality informational text to meet the Next Generation Science Standards. *Science and Children*, 53 (7), 76-81.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.
- Vosniadou, S. (2008). *International handbook of research on conceptual change*. New York : Routledge.
- Wolton, D. (1997). Présentation. De la vulgarisation à la communication. *Hermès*, 21, 9-14.
- Wyer, R. S. (1970). Quantitative prediction of belief and opinion change : A further test of subjective probability model. *Journal of Personality and Social Psychology*, 16, 559-570.

## BIBLIOGRAPHIE DES PUBLICATIONS JEUNESSE

- Alban, L. Mabire, G. (2008). *Climat électrique au zoo!* Paris : Belin.
- Duchesnay, A. (1970). *Oiseaux de mon pays* (2<sup>e</sup> éd.). Montréal : Centre de psychologie et de Pédagogie.
- Gagnier, S. (2004). *Qui hiberne, qui hiverne : une aventure animale au Québec* (2<sup>e</sup> éd.). Rosemère : Joey Cornu Éditeur.
- Gauvreau, M. (1943). *Plantes curieuses de mon pays*. Montréal : Fides.
- James, S. (1991). *Dear Mr. Blueberry*. New York : Maxwell Macmillan International.
- Lamolet, B. (2014). Requin sous surveillance. *Les Débrouillards*, 338, 14-16.
- Lamolet, B. (2014). 4 idées fausses sur les muscles. *Sport Débrouillards*, 18, 14-15.
- Marie-Victorin (1919). *Récits laurentiens*. Montréal : Frères des écoles chrétiennes.
- Oigny, O. (1933). *Nos animaux domestiques*, 12 volumes, Montréal : Édition Albert Lévesque.
- Pasquet, J. (2009). *Mon île blessée*. Montréal : Éditions de l'Isatis.
- Pluche, N. A. (1732). *Le Spectacle de la nature ou entretiens sur les particularités de l'histoire naturelle*. (9 tomes). Paris : Veuve Estienne.
- Sis, P. (2002). *Le messenger des étoiles* (2<sup>e</sup> éd.). Paris : Éditions Grasset et Fasquelle.
- Taschereau-Fortier, M.-C.-A. (1936). *Les trois fées au bois d'épinette. La nature, ses règnes, ses merveilles*, Montréal : Éditions Albert Lévesque.

## **ANNEXE 1**

Textes classiques et de réfutation tirés de la recherche

## **Traditional text design**

### *A.1. Photosynthesis*

A plant needs water to live and gets the water from the soil through its roots. At the same time it gets nutrients which are dissolved in the water and which the plant needs, besides the water, to grow its new cells. You can follow the path of the water in a flower if you dye the water in a glass jar.

### *A.2. Where does the water go in a plant?*

If you cut the stem of the flower along its length in the coloured water, you will notice that the colour is not even. In the stem you can see little dyed dots. In these dyed places you can see, side by side, thin pipes. In these pipes, water is going through the roots to the stems and to the leaves.

Water goes through the roots to the leaves as a continuous water stream. In the leaves there are little openings (stomata) from which the water steam evaporates all the time in warm conditions. From the soil, new water is absorbed all the time in the place of the evaporated water. The water evaporates but the nutrients from the water remain in the plant.

### *A.3. Work within a leaf*

A plant emerges, grows, develops and eventually dies like all other organisms. However, all plants make their building materials and their food by themselves, unlike the other organisms. The process by which a green plant makes its food is called photosynthesis.

In photosynthesis a plant needs as raw materials water and nutrients. From the air the plant gets, through air openings, carbon dioxide which is needed in photosynthesis.

There are chloroplasts in the leaves of the plants which have a green colour substance called chlorophyll. In the chloroplasts, carbon dioxide and water are made into sugar with the energy from the sun.

As a plant photosynthesises, at the same time oxygen is released. Oxygen goes from the leaves, through air openings, to the atmosphere. All the oxygen which is in the air comes from plants.

### *A.4. Photosynthesis*

- \* A factory: the chlorophyll of the plants
- \* Raw materials: water with its nutrients and carbon dioxide
- \* Energy: sun energy
- \* Products: sugar and oxygen
- \* A plant is self-sufficient for food unlike animals which are other-sufficient, dependent on other organisms for food. These concepts refer to an organism that survives

without another organism. Plants do survive, animals do not. A plant makes its own food, whereas animals get their food from other organisms, plants and animals.

\* A human being can do almost everything but not photosynthesise in laboratory conditions. All the food resources and oxygen in the world are originally produced by the plants.

## **Conceptual change text design**

### *B.1. Photosynthesis*

Plants and animals need energy to live and this comes from food. How plants get their food happens in a different way than we normally think. How does the energy get into a plant? Is water food for a plant?

### *B.2. Plants make their own nourishment*

Plants differ from all other organisms because they make their food by themselves. Plants can absorb the light energy from the sun which goes into food. It is important to understand that a plant does not take the ready-made food through its roots from the soil. So a plant does not eat but makes its food in the chloroplasts which are mostly in the leaves. Thus water is not food for a plant but only one of the raw materials it uses to make its own food in the process called photosynthesis.

Green plants are self-sufficient because they can absorb the sun light into the food, and they do not need any other organisms to survive. Animals, like a human being, are other-sufficient, because they get the energy they need from the plants. All the energy in our food comes from the plants. We get energy either through eating plants or through animals which have eaten plants.

Food chains help us to understand how energy circulates in nature. A wolf gets energy through eating a rabbit which has got its energy from the grass, and the grass has got its energy from the sun. Energy comes into the food chain only through plants. It is important to learn that plants can make their food by photosynthesis and do not take it in through their roots from the soil.

### *B.3. Where and how does the photosynthesis happen?*

When making food, i.e. in photosynthesis, a plant absorbs light energy which goes into the food. When you are learning about photosynthesis, it is useful to think of the difference which exists between plants and animals concerning how they get their food. Plants make their food by themselves, but animals eat food made by plants.

A plant needs raw materials for photosynthesis: carbon dioxide from the air and water from the soil. Water goes through pipes in the roots up the leaves. The end products of

photosynthesis are sugar and oxygen. Sunlight energy is used as driving force. The chloroplasts convert water and carbon dioxide with the help of sun energy.

Thus, this process is called photosynthesis (photo means light in the word). As a result, oxygen is produced, which is released into the air through the openings (stomata) in the leaves. Hence plants make their food by themselves in the chloroplasts which are in the leaves. The green colour of the plants is caused by a colour substance chlorophyll.

#### *B.4. Where do the plants store the self-produced sugar?*

The end product of photosynthesis is sugar which is plants' food. A plant does not use all the sugar immediately but changes it to other nutrients which are easier to store. So fruit sugar and sugar combined with proteins circulates to the fruits, seeds and nuts. When we eat that food we get the energy we need to live.

#### *B.5. Photosynthesis as a basis for life*

The most important thing to understand about photosynthesis is that only plants can absorb light energy in food and produce oxygen as a by-product. Photosynthesis is the most important factor in helping the world survive, because only green plants can make use of light energy from the sun when making food through photosynthesis. Without plants there would be no food and no oxygen in the world. Thus, all animals are dependent on plants.

(Source : Mikkilä-Erdmann, 2001)

## Energy

### A.1. Is it energy or force?

*From today's lesson we conclude that a body has energy when it has the capacity to do something. People, for example, have energy because they can move, push, or lift things.*<sup>122</sup> In everyday conversation, when we say that people have force<sup>123</sup> we mean the same thing. We also say that whoever can lift heavier things has more force. Are energy and force the same thing?

Before we answer that question let us consider another one first: Suppose that an adult and a child lift a heavy bag. Do they exert the same force? Some people might say that the adult exerts a smaller force because she tries less than the child. Others might say that the adult exerts greater force because she has more force than the child. That is, they mean that force is something we have inside us. Finally, others might say that the adult and the child will exert the same force because by the word “force” they mean the reason that causes the bag to rise above the floor. So they think that, regardless of who lifts the bag, the result is the same. Since the result is the same then the reason that caused it, that is, the force exerted, is also the same.

These three different answers are due to the fact that we use the word “force” to mean different things. Scientists, however, have decided to distinguish words and meanings in order to communicate better. So, they use the word “energy” to mean the capacity to do something. They use the word “force” to mean the cause that makes immobile objects move or moving objects change their velocity. And they distinguish force from physical, muscular force and effort which they use the same way we do: to express the difficulty we experience when doing something.

Then, how would scientists answer our question? They would say that both the adult and the child have energy. This energy gives them the capacity to exert force on the bag. The force they exert is what causes the bag to be lifted off the floor. The bag's weight does not change.<sup>124</sup> So, if both the adult and the child lift it, then they would both have exerted equal force.

---

<sup>122</sup> Parts common to both the expository and the refutation text appear in italics. The expository text, however, included additional material that mainly represented extensions and elaborations of the parts shown here.

<sup>123</sup> The word “force” is used, sometimes, inappropriately throughout the English version of the refutation text. The purpose was (a) to demonstrate the difficulty that a Greek-speaking reader would have in understanding and distinguishing the concepts of force and energy, and (b) to provide as literal a translation as possible.

<sup>124</sup> The fact that force depends also on the acceleration ( $f = m \times a$ ) was omitted on purpose in order to not detract students from the focal distinction between energy and force.

## A.2. Energy is consumed and replenished<sup>125</sup>

Let's take our previous question and rephrase it: Will the adult and the child consume different amounts of energy in order to lift the bag? Scientists would again have answered no for the following reason: The cause behind force exertion is the consumption of energy. So, if the adult and the child exert equal force, then they must also consume equal amounts of energy. In everyday conversation we say that our force is lost when we get tired, and that we eat in order to replenish it. In contrast, scientists say that our energy is consumed, and that we eat in order to replenish it with the energy contained in food.

*The same happens with cars and many other machines. In order to move or operate, they consume fuel that contains energy. Batteries, which make our toys work, also contain energy. When we say that the battery is dead we mean that the energy that it contains is consumed. In order to replenish the energy that was consumed and make the toy work again, we must replace the battery.*

## A.3. Energy forms

*All bodies have energy but for different reasons and of different type. All moving objects have kinetic energy because they can hit other objects. The energy in food, fuel, and batteries is called chemical energy. The reason it is called chemical energy is that there must be some chemical reaction for the energy to be released and make living organisms and machines function. Rubber and springs have elastic energy when they are stretched or compressed. If we let them loose, then they move in order to come back to their original length.*

*Also all bodies, animate or inanimate, hot or cold, have thermal energy. The higher the temperature the higher the thermal energy they possess. We realize this energy when it is transferred from one body to another. So, a light bulb has thermal energy when it is lit because it can warm up our hands. The bulb, however, emits also light energy because it can brighten up a room. Finally, other forms of energy are acoustic energy carried by the sound and electric energy that makes appliances work.*

*These various forms of energy have different characteristics. There are energy forms that are produced and stored in bodies, such as chemical, thermal, and elastic energy. In contrast, light energy and acoustic energy cannot be stored. They are produced and emitted. Finally, thermal energy is produced, transferred from one body to another, and can even be stored in bodies covered with insulating materials.*

## A.4. Energy is not a substance

It is important to note that, although we talk about energy as if it is something that we can see or eat, energy is not a material entity that we can perceive directly through our senses. For example, by looking at an apple we can see the peel and the seeds. But we cannot see

---

<sup>125</sup> To speak of energy consumption instead of transfer and/or transformation is acceptable only to the extent that the entire system of interactions between animate and inanimate bodies has not been considered yet.



the chemical energy that it contains and that we get when we eat it. The reason is that energy is not a material thing. It is a very useful scientific idea that helps us describe and explain changes that we observe in the physical world. As you learn more about science, you will understand better how useful the concept of energy is.

(Source : Diakidoy, Kendeou, Ioannides, 2003)

### **Excerpt From the Traditional Expository Text**

Thanks to Kepler's studies, we now know that light diffuses in a straight line in all directions. Light moves from its source along infinite straight paths called "rays". It continues to diffuse until it meets an object. All bodies that emit light (e.g., the sun and stars) are called primary light sources. In contrast, the bodies that receive light are called secondary light sources. When the light rays hit an object, they bounce off it and reach our eyes.

### **Excerpt From the Refutational Text**

Thanks to Kepler's studies we now know that light diffuses in a straight line in all directions. Some children, however, believe that light diffuses into the environment around the light source only up to a certain point. They believe this because they think that light gets used up as it moves further from the source. If you also think in this way, your conception is not correct. Light moves away from its source along infinite straight paths that are called "rays". It continues to diffuse until it meets an object. The area around the light source appears brighter to us only because there the light rays are closer together, while they broaden as they diffuse in all the surrounding area. When the light rays hit an object, they bounce off it and reach our eyes.

(Source : Mason, Gava & Boldrin, 2008)

## **ANNEXE 2**

Prétest et posttest sur le texte du béluga

Prétest et posttest sur le texte du requin blanc

Nom : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

### Prétest (Le béluga)

1. Selon toi, qu'est-ce qu'un **béluga**? Si tu n'as aucune idée de ce qu'est un béluga, passe à la question **3** de la page suivante.

---

---

---

2. Décris ce que tu sais des bélugas.

a) Caractéristique(s) physique(s) : (exemple : couleur, forme, etc.)

---

---

---

b) Alimentation :

---

---

---

c) Habitat :

---

---

---

d) Autre(s) espèce(s) de baleine connue(s) :

---

---

---

e) Autre(s) information(s) :

---

---

---

3. Sur la carte géographique du Québec ci-dessous, identifie clairement le **FLEUVE ST-LAURENT** à l'aide d'une flèche.



Image tirée de Wikipedia.org

Carte géographique du Québec

**Pour les questions 4 à 13, réponds par VRAI ou FAUX en encerclant ta réponse.**

4. Le béluga et la baleine à bosses passent leur vie dans le St-Laurent.    **VRAI**    **FAUX**
5. Le béluga fait partie de la classe des poissons.    **VRAI**    **FAUX**
6. On retrouve la majorité de la population de bélugas en Arctique.    **VRAI**    **FAUX**
7. Le béluga vient au monde blanc et reste ainsi toute sa vie.    **VRAI**    **FAUX**
8. Le béluga est une des plus grandes baleines du St-Laurent.    **VRAI**    **FAUX**
9. Le béluga est un cétacé.    **VRAI**    **FAUX**
10. Le béluga du St-Laurent migre vers le sud l'hiver.    **VRAI**    **FAUX**
11. La chasse aux fléchettes menace les bélugas du St-Laurent.    **VRAI**    **FAUX**
12. Le béluga est long comme un minibus.    **VRAI**    **FAUX**
13. Le béluga a des dents.    **VRAI**    **FAUX**

**Pour les questions 14 à 22, réponds par des PHRASES COMPLÈTES.**

14. La survie du béluga est menacée dans le fleuve St-Laurent. Quelle(s) cause(s) met(tent) sa vie en danger?

---

---

---

---

---

15. Pourquoi la survie du béluga est-elle plus fragile que celle des autres baleines du St-Laurent?

---

---

---

---

---

16. Comment peut-on protéger les bélugas qui vivent dans le fleuve St-Laurent?

---

---

---

---

---

17. À quelle saison de l'année, y a-t-il le plus de baleines dans le fleuve? Pourquoi?

---

---

---

---

---

18. Pourquoi les pêcheurs d'autrefois chassaient-ils le béluga dans le St-Laurent?

---

---

---

---

---

---

19. Qu'arriverait-il au béluga s'il ne pouvait plus migrer?

---

---

---

---

---

20. Qu'est-ce que signifie se déplacer par écholocation?

---

---

---

---

---

21. Comment pouvons-nous avoir une idée de l'âge d'un jeune béluga lorsqu'on en voit un?

---

---

---

---

---

22. Les Inuits qui vivent dans le Grand Nord canadien ont encore aujourd'hui le droit de chasser les bélugas. Pourtant, les baleines du nord sont en meilleure santé que celles du fleuve St-Laurent et leur population n'a pas diminué, contrairement à celles qui habitent dans le fleuve. Pourquoi, selon toi?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

MERCI!



Nom de l'élève : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

### **Posttest (béluga)**

**Pour les questions 1 à 10, réponds par VRAI ou FAUX en encerclant ta réponse.**

1. Le béluga et la baleine à bosses passent leur vie dans le St-Laurent.    **VRAI    FAUX**
2. Le béluga fait partie de la classe des poissons.    **VRAI    FAUX**
3. On retrouve la majorité de la population de bélugas en Arctique.    **VRAI    FAUX**
4. Le béluga vient au monde blanc et reste ainsi toute sa vie.    **VRAI    FAUX**
5. Le béluga est une des plus grandes baleines du St-Laurent.    **VRAI    FAUX**
6. Le béluga est un cétacé.    **VRAI    FAUX**
7. Le béluga du St-Laurent migre vers le sud l'hiver.    **VRAI    FAUX**
8. La chasse aux fléchettes menace les bélugas du St-Laurent.    **VRAI    FAUX**
9. Le béluga est long comme un minibus.    **VRAI    FAUX**
10. Le béluga a des dents.    **VRAI    FAUX**

**Pour les questions 11 à 21, réponds par des phrases complètes.**

11. La survie du béluga est menacée dans le fleuve St-Laurent. Quelle(s) cause(s) met(tent) sa vie en danger?

---

---

---

---

---

12. Pourquoi la survie du béluga est-elle plus fragile que celle des autres baleines du St-Laurent?

---

---

---

---

---

13. Comment le béluga se déplace-t-il sous les glaces du St-Laurent?

---

---

---

---

---

14. Comment peut-on protéger les bélugas qui vivent dans le fleuve St-Laurent?

---

---

---

---

---

15. À quelle saison de l'année, y a-t-il le plus de baleines dans le fleuve? Pourquoi?

---

---

---

---

---

16. Pourquoi les pêcheurs d'autrefois chassaient-ils le béluga dans le St-Laurent?

---

---

---

---

---

---

17. Qu'arriverait-il au béluga s'il ne pouvait plus migrer?

---

---

---

---

---

18. Qu'est-ce que signifie se déplacer par écholocation?

---

---

---

---

---

19. Comment pouvons-nous avoir une idée de l'âge d'un béluga lorsqu'on en voit un?

---

---

---

---

---

---

20. Les Inuits qui vivent dans le Grand Nord canadien ont encore aujourd'hui le droit de chasser les bélugas. Pourtant, les baleines du nord sont en meilleure santé que celles du fleuve St-Laurent et leur population n'a pas diminué, contrairement à celles qui habitent dans le fleuve. Pourquoi, selon toi?

---

---

---

---

---

---

21. Dans l'encadré ci-dessous, dessine Thomas lorsqu'il essaie de repérer une proie. Montre comment il s'y prend pour s'orienter dans la noirceur des profondeurs.



MERCI!

Nom : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

## Prétest (Le requin)

1. Comment qualifierais-tu tes **connaissances** sur les requins? Encerle ton choix.

Excellentes

Très bonnes

Bonnes

Passables

Faibles

2. Décris ce que tu sais du GRAND REQUIN BLANC.

a) Caractéristiques physiques

---

---

---

b) Habitat(s) :

---

---

---

c) Comportement(s) :

---

---

---

d) Espèce(s) de requin connue(s) :

---

---

---

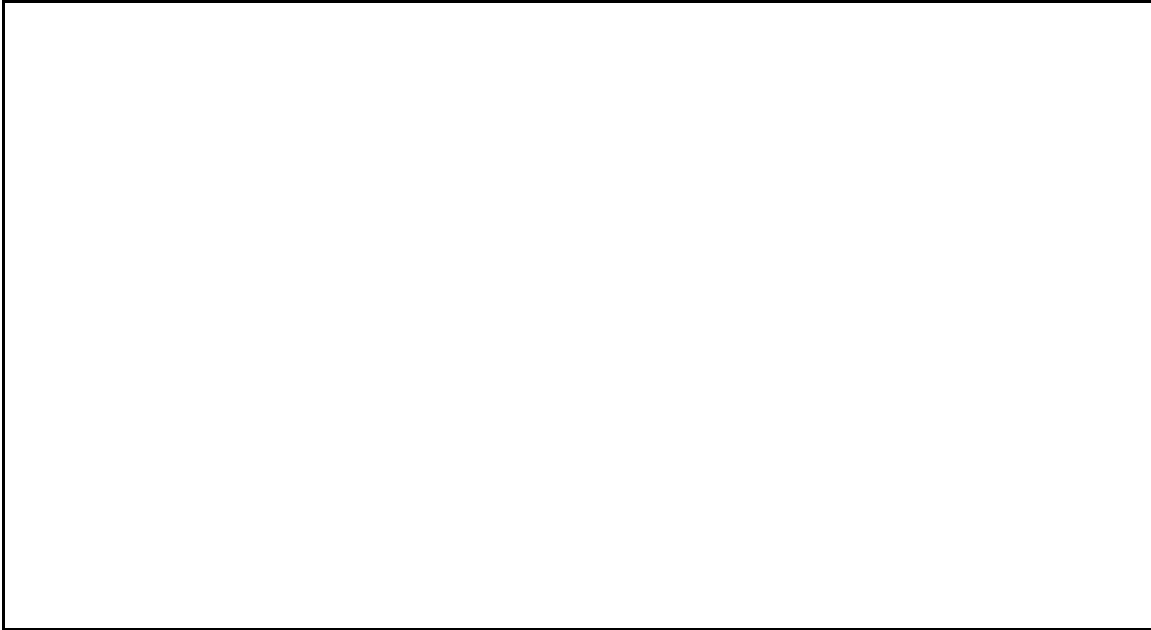
e) Autre(s) :

---

---

---

3. Dans l'encadré ci-dessous, dessine un GRAND REQUIN BLANC et identifie les parties de son corps que tu connais (yeux, queue, dents, nageoires, etc.) à l'aide de flèches.



4. Sur la carte géographique du monde ci-dessous, indique par des petites croix (X) les endroits où l'on retrouve le GRAND REQUIN BLANC.



Image tirée de Wikipedia.org

Carte géographique du monde

**Pour les questions 5 à 7, ENCERCLE LE BON ÉNONCÉ qui complète chaque phrase.**

5. Les ... causent **le plus d'attaques mortelles** chaque année.

- a) chiens
- b) serpents
- c) requins
- d) méduses

6. Les GRANDS REQUINS BLANCS sont des animaux ...

- a) migrants (ils voyagent chaque année comme le font les papillons monarques).
- b) sédentaires (ils fréquentent toujours les mêmes régions).

7. ... espèces de requins sont **dangereuses pour l'humain**.

- a) Toutes les
- b) La plupart des
- c) La moitié des
- d) Le quart des
- e) Une infime partie des

**Pour les questions 8 à 11, réponds par VRAI ou FAUX en encerclant ta réponse.**

8. Les GRANDS REQUINS BLANCS fréquentent les mers chaudes et les mers froides. **VRAI FAUX**

9. La pêche aux requins est interdite dans le monde. **VRAI FAUX**

10. Un GRAND REQUIN BLANC peut être aussi long qu'un minibus. **VRAI FAUX**

11. Il est possible d'apercevoir un GRAND REQUIN BLANC au large de la Gaspésie. **VRAI FAUX**

**Pour les questions 12 à 18, réponds par des PHRASES COMPLÈTES.**

12. À quoi s'intéresse un océanographe?

---

---

---

---

---

---

13. Qu'est-ce qu'un aileron de requin? Et à quoi sert-il?

---

---

---

---

---

---

14. L'humain et le requin sont deux prédateurs. Lequel entre l'humain ou le requin est le plus dangereux pour la survie de l'autre (l'humain pour le requin ou le requin pour l'humain)? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---



15. Est-ce possible d'étudier le comportement d'un requin tout en le laissant vivre dans son milieu naturel? Si oui, comment peut-on le suivre pour en apprendre davantage sur ses déplacements, son alimentation, etc. ?

---

---

---

---

---

---

---

---

16. Le requin est un grand prédateur. Mais, selon toi, est-ce qu'il joue un rôle dans la survie des autres espèces marines (poissons, phoques, etc.)? Si oui, comment?

---

---

---

---

---

---

---

---

17. Pourquoi les requins font-ils si peur aux humains?

---

---

---

---

---

---

---

---

18. Combien d'espèces de requin différentes crois-tu qu'il existe dans les océans?

---

---

---

---

---

---

---

---

**MERCI!**

Nom de l'élève : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

### Posttest (requin)

**Pour les questions 1 à 3, ENCERCLE LE BON ÉNONCÉ qui complète chaque phrase.**

1. Les ... causent **le plus d'attaques mortelles** chaque année.

- a) chiens
- b) serpents
- c) requins
- d) méduses

2. Les GRANDS REQUINS BLANCS sont des animaux ...

- a) migrants (ils voyagent chaque année comme le font les papillons monarques).
- b) sédentaires (ils fréquentent toujours les mêmes régions).

3. ... espèces de requins sont **dangereuses pour l'homme**.

- a) Toutes les
- b) La plupart des
- c) La moitié des
- d) Le quart des
- e) Une infime partie des

**Pour les questions 4 à 7, réponds par VRAI ou FAUX en encerclant ta réponse.**

4. Les GRANDS REQUINS BLANCS fréquentent les mers chaudes et les mers froides. **VRAI FAUX**

5. La pêche aux requins est interdite. **VRAI FAUX**

6. Un GRAND REQUIN BLANC peut être aussi long qu'un minibus. **VRAI FAUX**

7. Il est possible d'apercevoir un GRAND REQUIN BLANC au large de la Gaspésie. **VRAI FAUX**

**Pour les questions 8 à 15, réponds par des PHRASES COMPLÈTES.**

8. À quoi s'intéresse un océanographe?

---

---

---

---

---

9. Qu'est-ce qu'un aileron de requin? Et à quoi sert-il?

---

---

---

---

---

10. L'homme et le requin sont deux prédateurs. Lequel entre l'homme ou le requin est le plus dangereux pour la survie de l'autre (l'homme pour le requin ou le requin pour l'homme)? Explique.

---

---

---

---

---

11. Est-ce possible d'étudier le comportement d'un requin tout en le laissant vivre dans son milieu naturel? Si oui, comment peut-on le suivre pour en apprendre davantage sur ses déplacements, son alimentation, etc. ?

---

---

---

---

---

12. Le requin est un grand prédateur. Mais, selon toi, est-ce qu'il joue un rôle dans la survie des autres espèces marines (poissons, phoques, etc.)? Si oui, comment?

---

---

---

---

---

13. Pourquoi les requins font-ils si peur aux humains?

---

---

---

---

---

14. Combien d'espèces de requin crois-tu qu'il existe dans les océans?

---

---

---

---

---

15. Pourquoi les scientifiques d'Ocearch veulent-ils suivre les déplacements de Lydia?

---

---

---

---

---

MERCI!

## **ANNEXE 3**

Textes classique et de réfutation sur le béluga  
Textes classique et de réfutation sur le requin blanc

## La famille de Thomas [texte classique]

Dans ma famille, on est 100 000 ! Bon, on n'habite pas tous au même endroit quand même ! On serait vraiment trop serrés !

En fait, la plupart des membres de ma famille habitent en Arctique, autour du pôle Nord. Je les plains, ils doivent avoir froid là-bas. Mon groupe et moi, on est plus au sud, alors on a un peu plus chaud.

Oh, mais je ne me suis même pas présenté ! Quel impoli je fais ! Je m'appelle Thomas, j'ai neuf ans, je mesure cinq mètres de long et je pèse une tonne. Tu l'as peut-être deviné : je suis un béluga.

Mes proches et moi, nous vivons dans le Saint-Laurent. Il y a d'autres cétacés dans le fleuve, comme des marsouins ou des baleines à bosses.

Mais nous, les bélugas, sommes les seuls à passer toute notre vie dans le St-Laurent, hiver comme été. L'hiver, les autres baleines préfèrent aller se reproduire dans les eaux du sud. Là-bas, il n'y a pas de glace à éviter et la nourriture est plus facile à trouver pour les baleineaux.

Une fois qu'elles sont parties, la glace commence à recouvrir le fleuve. Moi et les miens entreprenons alors un petit voyage, mais pas au sud, à l'est : vers le golfe du St-Laurent. Comme la glace ne le recouvre qu'à moitié, nous pouvons remonter à la surface pour respirer et profiter d'une nourriture abondante. Je peux manger plein de poissons, des crevettes, des calmars...

En tout, dans notre région, on est mille bélugas. Tu trouves que ça fait beaucoup ? Il y a 100 ans, nous étions 10 000 ! Dix fois plus, tu te rends compte ? Tu dois te demander ce qui s'est passé pour qu'on soit beaucoup moins nombreux. Mes grands-parents m'ont raconté qu'à leur époque, les humains pouvaient capturer des bélugas ! Ils croyaient que nous mangions trop de poissons et que ça nuisait à la pêche. Mais ce n'était même pas vrai ! Beaucoup de bélugas sont morts à cette époque.

Heureusement, c'est maintenant interdit de nous chasser dans le fleuve. Je peux nager tranquillement et faire coucou aux touristes qui viennent nous voir en bateau. Il y a beaucoup d'humains qui me prennent en photo. Alors, pour leur faire plaisir, je sors la tête et je plonge en donnant de grands coups de queue. Les touristes poussent plein de "Oooh !" et de "Aaaah!".

Comme on passe toute notre vie dans le Saint-Laurent, on est beaucoup plus fragiles que les autres baleines. En vivant près des humains, nous sommes plus exposés à la pollution, aux maladies et aux bateaux qui peuvent nous frapper.

Les bateaux génèrent également beaucoup de bruits qui peuvent interférer avec nos signaux. Comme les chauves-souris, nous nous déplaçons par écholocation. Chaque son qu'on envoie rebondit sur les obstacles et cet écho nous permet de connaître l'emplacement

des objets. On peut ainsi se frayer un chemin sous la glace pour aller respirer, chasser une proie et communiquer avec nos amis. Mais, avec une augmentation du nombre de navires dans le fleuve, ça devient difficile de pouvoir détecter notre propre écho. Depuis plusieurs années, on ne va pas très bien, et si ça continue, nous risquons même de disparaître complètement.

Alors pour éviter que ça arrive, plusieurs humains nous surveillent et nous protègent. Ils nous comptent, font des tests et essayent de comprendre ce qui se passe. Bientôt, comme chaque été, ils viendront nous prendre en photo. On est des stars ! Ils mettent ces photos dans un album, avec nos noms en dessous. On n'a pas tous la même couleur : les bébés sont bruns, les jeunes sont gris et les adultes sont tout blancs. Certains adultes sont plus faciles à reconnaître. Scarvo, par exemple, a une cicatrice sur le dos.

Des fois, certains d'entre nous reçoivent une fléchette creuse. Moi, ça m'est arrivé l'été dernier. J'étais un peu inquiet, mais je sais maintenant que ce n'était pas pour me faire mal. Le plongeur m'a prélevé un peu de peau et de gras, pour savoir si j'étais un mâle ou une femelle, si j'étais contaminé par des polluants et si j'avais des frères ou des sœurs... Si ça peut nous sauver, je veux bien recevoir quelques fléchettes. Pas trop quand même, ça pique !

Maintenant que tu connais mon histoire, j'espère que si tu passes un jour dans le coin de Tadoussac, tu viendras me dire bonjour ! Je t'attends.

## La famille de Thomas [texte de réfutation]

—Attention Thomas! Un navire de touristes... Allez, plonge!

— Ouf, évité de justesse. Merci grand-père!

—Cette fois, tu l’as échappé belle Thomas, mais ça aurait pu virer autrement. Tu sais, pour nous les bélugas, la vie n’est pas toujours rose dans le fleuve St-Laurent.

Grand-père et Thomas s’éloignent des navires. Devant les appareils photo, Thomas ne peut s’empêcher de faire coucou et de donner de grands coups de queue sur l’eau, au grand plaisir des touristes qui poussent plein de “Oooh !” et de “Aaaah!”. Comme Thomas pèse une tonne et qu’il mesure 5 mètres de long, il donne un bon spectacle.

—Heureusement Thomas, c’est maintenant interdit de nous chasser dans le fleuve, mais ça n’a pas toujours été ainsi. À l’époque où j’étais petit, les humains pouvaient capturer les bélugas! Ils croyaient que nous mangions trop de poissons et que ça nuisait à la pêche. Mais ce n’était même pas vrai !

—C’est pour cela que nous avons presque disparu du fleuve, grand-père?

—‘Presque’ est le bon mot Thomas, car il y avait 10 000 bélugas dans le St-Laurent il y a cent ans et nous sommes seulement mille aujourd’hui. Dix fois moins, tu te rends compte ? Beaucoup de bélugas sont morts à cette époque et d’autres continuent de mourir encore aujourd’hui.

—Mais pourquoi sommes-nous si fragiles, grand-père?

—Tu sais Thomas, les bélugas du St-Laurent ne représentent qu’une petite partie de notre grande famille. Sur Terre, on est 100 000 ! Bon, on n’habite pas tous au même endroit quand même ! On serait vraiment trop serrés ! En fait, la plupart des membres de notre famille habitent en Arctique, autour du pôle Nord.

—Comme nous vivons plus près des humains, j’imagine que ça joue contre nous, suggère Thomas.

—Oui, mais il y a plus que ça, poursuit grand-père. C’est vrai qu’en vivant près des humains, nous sommes plus exposés à la pollution, aux maladies et aux bateaux qui peuvent nous frapper... Ces bateaux produisent également des bruits qui peuvent nous induire en erreur...

Pour bien comprendre ce dont parle grand-père, il faut savoir que les bélugas n’ont pas une très bonne vue et qu’ils envoient différents sons sous forme d’échos pour se repérer, un peu comme le font les chauves-souris. Contrairement aux humains, le béluga utilise très peu ses yeux pour s’orienter. Or, pour se frayer un chemin sous la glace et aller respirer, chasser une proie et communiquer, les bélugas se dirigent par écholocation. Les bélugas



envoient différents sons qui rebondissent sur des obstacles et lorsqu'ils entendent l'écho revenir, ils sont capables de connaître l'emplacement des objets.

—Grâce à l'écholocalisation, on peut facilement entendre les navires et fuir, c'est ça grand-père?, s'interroge Thomas.

—Oui, mais leurs sons peuvent interférer avec nos propres signaux et qui sait où nous diriger... Tu as sûrement remarqué qu'il y a de plus en plus de navires dans le fleuve, demande grand-père.

—Oui. J'imagine que ça devient de plus en plus difficile de pouvoir détecter notre propre écho dans tout ce bruit.

—C'est bien vrai Thomas. Tu sais, depuis plusieurs années, on ne va pas très bien, et si ça continue, nous risquons même de disparaître complètement. Alors pour éviter que ça arrive, plusieurs humains, des scientifiques, nous surveillent et nous protègent. Ils nous comptent, font des tests et essaient de comprendre ce qui se passe.

—Je sais, grand-père. L'autre jour, un plongeur m'a envoyé une fléchette creuse. J'étais un peu inquiet, mais je sais maintenant que ce n'était pas pour me faire mal. Le plongeur m'a prélevé un peu de peau et de gras, pour savoir si j'étais un mâle ou une femelle, si j'étais contaminé par des polluants et si j'avais des frères ou des sœurs... Si ça peut nous sauver, je veux bien recevoir quelques fléchettes. Pas trop quand même, ça pique !

—Grand-père, est-ce les autres cétacés comme les marsouins et baleines à bosses sont aussi en danger?, demande Thomas.

—Un peu, mais pas de la même façon car les autres baleines ne restent pas toujours ici. Nous, les bélugas, sommes les seuls à passer toute notre vie dans le St-Laurent, hiver comme été. Comme on passe toute notre vie dans le Saint-Laurent, on est beaucoup plus fragiles que les autres baleines. L'hiver, les autres baleines préfèrent aller se reproduire dans les eaux du sud. Là-bas, il n'y a pas de glace à éviter et la nourriture (comme les poissons et les crevettes) est plus facile à trouver pour les baleineaux, ajoute grand-père.

— Une fois que ces baleines sont parties, la glace commence à recouvrir le fleuve, poursuit grand-père.

—Mais nous faisons aussi un petit voyage chaque année grand-père, argumente Thomas.

— Oui Thomas, mais nous les bélugas, on ne migre pas au sud, mais à l'est : vers le golfe du St-Laurent.

Contrairement à ce que bien des gens croient, le béluga ne migre pas pour fuir le froid. En fait, la majorité des bélugas vit en Arctique où la température de l'eau est plus froide que celle du St-Laurent. Ce n'est pas non plus par manque de nourriture. En fait, avec l'arrivée de l'hiver, la glace recouvre tout le fleuve et le béluga ne peut plus sortir pour respirer à la

surface. Dans le golfe du St-Laurent, la glace ne le recouvre qu'à moitié, le béluga peut remonter à la surface pour respirer.

Grand-père, je vois un autre bateau de touristes. Tu viens faire des vagues pour les saluer?, demande Thomas.

## Requins sous surveillance [texte classique]

**Les scientifiques suivent les déplacements de grands requins blancs, grâce à des satellites. Suis-les toi aussi sur Internet!**

Lydia est un grand requin blanc femelle de 4,4 m de long. Les scientifiques d'Ocearch l'ont nommée ainsi en mars 2013, lorsqu'ils l'ont attrapée près de la Floride. Ils ont posé un émetteur sur son aileron et l'ont relâchée. Désormais, chaque fois que l'aileron de Lydia sort de l'eau, il envoie un signal qui est capté par un satellite. Et les scientifiques savent où elle se trouve.



Depuis la pose de son émetteur, Lydia s'est beaucoup promenée. Du 26 au 29 octobre, elle a longé les côtes de Terre-Neuve. Elle est maintenant rendue au cœur de l'Atlantique Nord, après avoir parcouru 30 000 km. C'est un record : aucun autre requin n'avait été suivi sur une distance plus longue. Où se dirigera-t-elle ensuite? Toutes les destinations sont possibles, selon les spécialistes.

Les scientifiques d'Ocearch ont marqué et suivent environ 70 grands requins blancs. Ils espèrent mieux comprendre le comportement, le cycle de vie et de reproduction de ces grands prédateurs.

### Les requins menacés

Chaque année, on pêche près de 100 millions de requins! Pourquoi? Surtout pour préparer de la soupe aux ailerons de requin, un plat très populaire en Asie du Sud-Est. Cette pêche est cruelle, car on tranche les ailerons des requins et on les rejette ensuite à l'eau encore vivants. Plusieurs espèces de requins sont aujourd'hui menacées à cause de cette surpêche. Certaines sont même en voie d'extinction.

Or, les requins sont très importants pour l'environnement. Leur voracité empêche leurs proies de surpeupler les mers. Et comme ils se nourrissent souvent de cadavres et d'animaux malades, ils bloquent la prolifération de maladies.

Malheureusement, les requins n'attirent pas notre sympathie. Ils nous font peur. Pourtant, sur les 350 espèces de requins, seules cinq sont vraiment dangereuses pour l'humain. Chaque année, on compte moins de 10 attaques mortelles de requins dans le monde. Les attaques de chiens, de méduses ou de serpents tuent beaucoup plus de monde!

L'océanographe Bob Hueter rappelle que les grands requins blancs sont de la responsabilité de toutes les nations : « L'impressionnant voyage de Lydia nous rappelle qu'aucune nation ne possède ces remarquables migrateurs des mers. Si nous devons sauver les requins, nous avons le devoir de travailler avec les autres pays vers une protection mondiale. »

Découvrez où Lydia et ses congénères iront au cours des prochaines semaines, en même temps que les scientifiques, sur Internet. Pour cela, scanne ce code QR ou rends-toi sur [lesdebrouillards.com](http://www.lesdebrouillards.com)

<http://www.ocearch.org/profile/lydia/>

## **Requins sous surveillance [texte de réfutation]**

Faire face à un requin lors d'une baignade en mer, tu y as déjà pensé? Ce prédateur marin nourrit notre imaginaire. Mais en réalité, on sait très peu de choses sur lui et ce qu'on en sait n'est pas toujours si vrai...D'abord, déboulonnons quelques mythes.

### **Mythe no 1 : Les requins s'attaquent souvent aux humains**

C'est malheureux, mais les requins n'attirent pas notre sympathie. Ils nous font peur. Contrairement à ce que bien des gens pensent, il y a bien peu d'espèces menaçantes pour les humains. Et même les espèces dangereuses s'attaquent rarement à nous. En fait, sur les 350 espèces de requins, seules cinq sont vraiment dangereuses pour l'humain. Chaque année, on compte moins de 10 attaques mortelles de requins dans le monde. En comparaison, les attaques de chiens, de méduses ou de serpents tuent beaucoup plus de monde!

### **Mythe no 2 : Les requins sont les plus grands prédateurs des océans**

Chaque année, les humains pêchent près de 100 millions de requins! Comme tu peux le voir, on est bien loin des 10 attaques mortelles portées sur nous! Pourquoi s'en prend-t-on aux requins? Surtout pour préparer de la soupe aux ailerons de requin, un plat très populaire en Asie du Sud-Est. Cette pêche est cruelle, car on tranche les ailerons des requins et on les rejette ensuite à l'eau encore vivants. Plusieurs espèces de requins sont aujourd'hui menacées à cause de cette surpêche. Certaines sont même en voie d'extinction.

### **Mythe no 3 : Ils mangent tout ce qu'ils trouvent**

Sans cesse en appétit, les requins ont souvent la réputation de manger n'importe quoi. C'est faux, ils nous rendent de précieux services. Ils sont même très importants pour l'environnement. Leur voracité empêche leurs proies de surpeupler les mers. Et comme ils se nourrissent souvent de cadavres et d'animaux malades, ils bloquent la multiplication de maladies.

### **Les scientifiques suivent les déplacements de grands requins blancs, grâce à des satellites.**

Pour améliorer nos connaissances sur leurs déplacements, leurs comportements, en savoir plus sur leur reproduction et éduquer la population sur ces prédateurs méconnus, l'organisme scientifique Ocearch a entrepris de suivre des grands requins blancs.

Lydia, un grand requin blanc femelle de 4,4 m de long est l'un des 70 grands prédateurs suivis par les scientifiques d'Ocearch. Les scientifiques l'ont nommée ainsi en mars 2013, lorsqu'ils l'ont attrapée près de la Floride. Ils ont posé un collier-émetteur sur son aileron et l'ont relâchée. Désormais, chaque fois que l'aileron de Lydia sort de l'eau, il envoie un signal qui est capté par un satellite. Et les scientifiques savent où elle se trouve. Regarde ci-dessous tout le chemin qu'elle a parcouru!



### **Un requin qui n'a pas peur de l'eau froide...**

Depuis la pose de son collier-émetteur, Lydia a fait une longue migration vers le nord. Du 26 au 29 octobre, elle a longé les côtes de Terre-Neuve. Elle est maintenant rendue au cœur de l'Atlantique Nord, après avoir parcouru 30 000 km. C'est un record : aucun autre requin n'avait été suivi sur une distance plus longue. Où se dirigera-t-elle ensuite? Toutes les destinations sont possibles, selon les spécialistes. Lydia se rendra-t-elle jusqu'à nous au Québec? Même si on entend peu parler, quelques grands requins blancs profitent chaque année de l'abondance de nourriture des eaux froides du St-Laurent. Et c'est bien possible si on se fit à la carte de ses déplacements!

L'océanographe Bob Hueter rappelle que les grands requins blancs sont de la responsabilité de toutes les nations : « L'impressionnant voyage de Lydia nous rappelle qu'aucune nation ne possède ces remarquables migrateurs des mers. Si nous devons sauver les requins, nous avons le devoir de travailler avec les autres pays vers une protection mondiale. »

### **Suis-les toi aussi sur Internet!**

Découvre où Lydia et ses congénères iront au cours des prochaines semaines, en même temps que les scientifiques, sur Internet. Pour cela, scanne ce code QR ou rends-toi sur [lesdebrouillards.com](http://www.lesdebrouillards.com)

<http://www.ocearch.org/profile/lydia/>

## **ANNEXE 4**

Extrait de *Calcul rapide*  
(tables d'addition et de soustraction)

Nom de l'élève : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

### Calcul rapide

$4 + 13 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 8 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$9 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$8 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 + 13 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 9 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 11 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 7 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 9 = \underline{\hspace{2cm}}$

$10 - 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$11 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 7 = \underline{\hspace{2cm}}$

$11 - 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 13 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 11 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$15 - 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$12 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$9 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 11 = \underline{\hspace{2cm}}$

$14 - 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 8 = \underline{\hspace{2cm}}$

$11 - 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$7 + 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$14 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$12 + 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 + 13 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$1 + 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$8 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$10 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$7 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 + 9 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

Nombre d'erreurs : \_\_\_\_\_



Nom de l'élève : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

### Calcul rapide

$2 + 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 10 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 8 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 8 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 8 = \underline{\hspace{2cm}}$

$7 - 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 + 10 = \underline{\hspace{2cm}}$

$9 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$11 + 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 7 = \underline{\hspace{2cm}}$

$1 + 10 = \underline{\hspace{2cm}}$

$11 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 9 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$9 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$10 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$11 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 12 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 + 11 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 10 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 8 = \underline{\hspace{2cm}}$

$13 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$10 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 10 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$9 - 6 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$12 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$8 - 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 8 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 9 = \underline{\hspace{2cm}}$

$12 - 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$8 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$10 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 11 = \underline{\hspace{2cm}}$

$12 + 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 + 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 11 = \underline{\hspace{2cm}}$

$12 - 7 = \underline{\hspace{2cm}}$

$12 - 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 7 = \underline{\hspace{2cm}}$

$6 + 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

Nombre d'erreurs : \_\_\_\_\_

## **ANNEXE 5**

Prétest et posttest sur le texte : Les muscles

Nom : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

### Prétest (Les muscles)

1. Est-ce que tu pratiques un sport en dehors des heures d'école? Si oui, lequel ou lesquels? Sinon, passe à la question 3.

---

---

---

2. Tu pratiques ce(s) sport(s) ...

- (a) tous les jours de la semaine      (b) quelques fois par semaine  
(b) deux fois par semaine      (c) une fois par semaine  
(d) autre, spécifie : \_\_\_\_\_

**Pour les questions 3 à 8, réponds par VRAI ou FAUX en encerclant ta réponse.**

3. En s'entraînant progressivement à courir, on est de moins fatigué à l'effort, car les muscles de nos jambes s'habituent. **VRAI FAUX**
4. Le cœur est un muscle. **VRAI FAUX**
5. À force d'exercer un mouvement précis, les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement et peuvent le répéter. **VRAI FAUX**
6. Plus un sportif s'exerce, moins il a besoin d'oxygène pour accomplir son travail. **VRAI FAUX**
7. Lors de son déménagement, Rémi a trop forcé. Les jours suivants, ses muscles lui font mal, car ils sont abîmés. **VRAI FAUX**
8. Pour arriver à faire la « split », il faut s'entraîner à rendre nos muscles plus élastiques. **VRAI FAUX**
9. Le cœur d'un sportif pompe plus de sang que le cœur d'une personne qui ne pratique pas de sport. **VRAI FAUX**

**Pour les questions 10 à 18, réponds par des PHRASES COMPLÈTES.**

10. À quoi servent les muscles de ton corps? Donne des exemples.

---

---

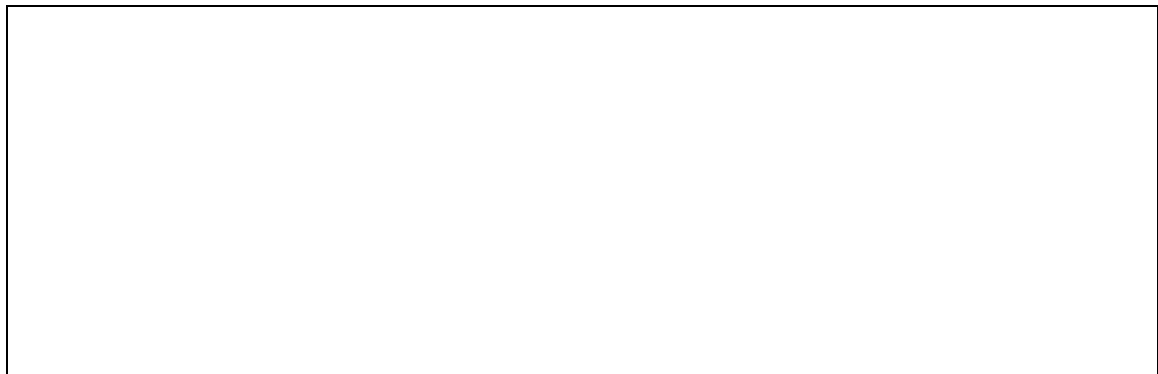
---

---

---

11. Dessine un muscle de ton bras dans l'encadré ci-dessous.

(a) Montre ce qu'il y a à l'intérieur et identifie les parties que tu connais.



(b) De quoi est fait un muscle? Sers-toi de ton dessin pour répondre.

---

---

---

---

---

12. Qu'est-ce qu'une courbature? À quoi est-elle due?

---

---

---

---

---

---

13. Comment une patineuse artistique arrive à devenir souple? Que se passe-t-il au niveau des muscles?

---

---

---

---

---

14. Un hockeyeur apprend à manier le bâton tout en contrôlant la rondelle. Avec de la pratique, il n'a plus besoin de fixer des yeux son bâton et la rondelle. Ainsi, il peut regarder devant lui et lancer au but ou éviter un joueur. Comment son corps a-t-il enregistré les mouvements pour manier le bâton et la rondelle?

---

---

---

---

---

---

15. Pourquoi un muscle est-il plus fort après des courbatures?

---

---

---

---

---

16. Plus on pratique un sport, moins on s'essouffle. Que se passe-t-il au niveau des muscles pour expliquer cela?

---

---

---

---

---

---



Nom : \_\_\_\_\_

Groupe : \_\_\_\_\_

### Posttest (Les muscles)

**Pour les questions 1 à 7, réponds par VRAI ou FAUX en encerclant ta réponse.**

1. En s'entraînant progressivement à courir, on est de moins fatigué à l'effort, car les muscles de nos jambes s'habituent. **VRAI FAUX**
2. Le cœur est un muscle. **VRAI FAUX**
3. À force d'exercer un mouvement précis, les muscles des athlètes de ski acrobatique enregistrent le mouvement et peuvent le répéter. **VRAI FAUX**
4. Plus un sportif s'exerce, moins il a besoin d'oxygène pour accomplir son travail. **VRAI FAUX**
5. Lors de son déménagement, Rémi a trop forcé. Les jours suivants, ses muscles lui font mal, car ils sont abîmés. **VRAI FAUX**
6. Pour arriver à faire la « split », il faut s'entraîner à rendre nos muscles plus élastiques. **VRAI FAUX**
7. Le cœur d'un sportif pompe plus de sang que le cœur d'une personne qui ne pratique pas de sport. **VRAI FAUX**

**Pour les questions 8 à 16, réponds par des PHRASES COMPLÈTES.**

8. Qu'est-ce qu'une courbature? À quoi est-elle due?

---

---

---

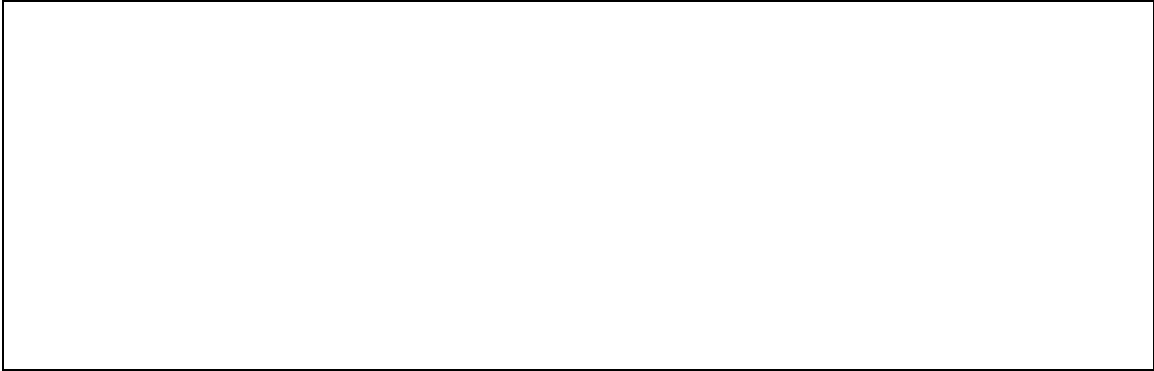
---

---

---

9. Dessine un muscle de ton bras dans l'encadré ci-dessous.

(a) Montre ce qu'il y a à l'intérieur et identifie les parties que tu connais.



(b) De quoi est fait un muscle? Sers-toi de ton dessin pour répondre.

---

---

---

---

---

10. Comment une patineuse artistique arrive à devenir flexible (souple)? **Que se passe-t-il au niveau des muscles?**

---

---

---

---

---

11. Plus on pratique un sport, moins on s'essouffle. **Que se passe-t-il au niveau des muscles** pour expliquer cela?

---

---

---

---

---

---



12. Un hockeyeur apprend à manier le bâton tout en contrôlant la rondelle. Avec de la pratique, il n'a plus besoin de fixer des yeux son bâton et la rondelle. Ainsi, il peut regarder devant lui et lancer au but ou éviter un joueur. Comment son corps a-t-il enregistré les mouvements pour manier le bâton et la rondelle?

---

---

---

---

---

---

13. Pourquoi un muscle est-il plus fort après des courbatures?

---

---

---

---

---

---

15. La sœur de Sara est une gymnaste expérimentée; elle peut exécuter avec aisance différentes figures. Sara n'a jamais fait de gymnastique, mais elle aimerait bien arriver à faire le « pont » en courbant le dos elle aussi. Toute la soirée, elle tente tant bien que mal d'y arriver, mais sans succès. Le lendemain, elle a très mal au dos et elle est très découragée. Selon toi, pourquoi ses muscles n'ont pas été suffisamment flexibles (souples) et pourquoi la font-elle souffrir maintenant?

---

---

---

---

---

---

16. En tant qu'entraîneur de jeunes plongeurs, tu souhaites leur montrer un nouveau saut du tremplin qui nécessite FLEXIBILITÉ et PRÉCISION. L'entraînement commence bientôt. Les plongeurs devront refaire le saut un grand nombre de fois pour le maîtriser, mais il faut éviter qu'ils ne se FATIGUENT rapidement et qu'ils éprouvent les DOULEURS musculaires du lendemain.

Formule 4 recommandations pour **préparer leurs muscles** pour cet entraînement.

1. Pour aider leurs muscles à être flexibles :

---

---

---

---

2. Pour qu'ils exécutent leur saut avec chaque geste précis :

---

---

---

---

3. Pour éviter qu'ils fatiguent leurs muscles:

---

---

---

---

4. Pour prévenir les douleurs musculaires du lendemain :

---

---

---

---

MERCI!

## **ANNEXE 6**

Texte informatif classique

Texte informatif de réfutation (première version)

Texte informatif de réfutation (deuxième version)

Texte narratif classique

Texte narratif de réfutation

## **Quatre façons de s'adapter à un nouveau sport pour les muscles** **[texte informatif classique]**

### **1. La réparation des courbatures fait mal**

Quand les muscles travaillent trop fort, des fibres musculaires subissent des micro-déchirures. Toutefois, les courbatures surviennent un à deux jours plus tard. Les douleurs viennent donc de la réparation des muscles. En effet, le corps envoie plus de sang aux déchirures pour y amener des molécules de réparation. C'est ce surplus de liquide qui est douloureux, notamment en écrasant un peu les nerfs.

+ **d'infos** : Quand le corps répare les fibres musculaires, il leur ajoute plus de protéines. Ces fibres deviennent alors plus fortes et plus solides, donc plus résistantes aux courbatures lors des entraînements suivants.

### **2. Pour devenir plus souple, il faut apprendre aux muscles à s'étirer**

Les muscles contiennent des détecteurs d'étirement, appelés fuseaux neuromusculaires. Quand les muscles s'étirent brusquement, les fuseaux neuromusculaires provoquent une contraction musculaire pour bloquer cet étirement. Grâce aux exercices d'assouplissement, les fuseaux neuromusculaires apprennent à laisser les muscles s'étirer plus. Donc, les mouvements sont plus amples et on est plus souple!

### **3. En faisant du sport, on s'essouffle moins car les muscles s'adaptent**

Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Toutefois, les muscles des sportifs apprennent à puiser plus d'oxygène dans le sang. De plus, quand un sportif améliore ses techniques, ses muscles travaillent plus efficacement et consomment moins d'oxygène. Bref, on n'a plus besoin de respirer aussi vite pour alimenter les muscles en oxygène.

+ **d'infos** : En plus, les poumons d'un sportif laissent passer plus d'oxygène de l'air vers le sang. Et son cœur devient plus performant : chaque battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène, vers les muscles.

### **4. Le cerveau enregistre un nouveau mouvement (ex : une feinte), et voilà, on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait!**

Pour apprendre à faire une feinte au soccer, on doit d'abord regarder nos pieds pour les guider. Les muscles des jambes et des pieds effectuent le mouvement en se contractant et s'étirant. Leurs fuseaux neuromusculaires envoient les informations de contraction et d'étirement au cerveau. Celui-ci les mémorise comme un programme. Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui exécutent les mouvements.

## **Quatre mythes sur les muscles et l'entraînement** **[Première version du texte informatif de réfutation]**

### **1. Les courbatures font mal parce que les muscles sont abîmés**

**Réalité** : C'est la réparation du muscle qui est douloureuse.

**Explication** : Quand les muscles travaillent trop fort, des fibres musculaires subissent des micro-déchirures. Toutefois, les courbatures surviennent un à deux jours plus tard. Ce ne sont donc pas les micro-déchirures qui provoquent la douleur. C'est plutôt leur réparation! Le corps leur envoie plus de sang pour y amener des molécules de réparation. C'est ce surplus de liquide qui est douloureux, notamment en écrasant un peu les nerfs.

+ **d'infos** : Quand le corps répare les fibres musculaires, il leur ajoute plus de protéines. Ces fibres deviennent alors plus fortes et plus solides, donc plus résistantes aux courbatures lors des entraînements suivants.

### **2. Pour devenir plus souple, il faut rendre les muscles plus élastiques.**

**Réalité** : Pour devenir plus souple, il faut atténuer un réflexe anti-étirement musculaire.

**Explication** : Les muscles contiennent des détecteurs d'étirement, appelés fuseaux neuromusculaires. Quand les muscles s'étirent brusquement, les fuseaux neuromusculaires provoquent une contraction musculaire pour bloquer cet étirement. Grâce aux exercices d'assouplissement, les fuseaux neuromusculaires apprennent à laisser les muscles s'étirer plus. Donc, les mouvements sont plus amples et on est plus souple!

### **3. En faisant du sport, on s'essouffle moins car les muscles s'habituent.**

**Réalité** : Les muscles ne s'habituent pas. Ils doivent plutôt s'adapter.

**Explication** : Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Toutefois, les muscles des sportifs apprennent à puiser plus d'oxygène dans le sang. De plus, quand un sportif améliore ses techniques, ses muscles travaillent plus efficacement et consomment moins d'oxygène. Bref, on n'a plus besoin de respirer aussi vite pour alimenter les muscles en oxygène.

+ **d'infos** : En plus, les poumons d'un sportif laissent passer plus d'oxygène de l'air vers le sang. Et son cœur devient plus performant : chaque battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène, vers les muscles.

### **4. En pratiquant un nouveau mouvement (ex : une feinte), les muscles l'enregistrent et on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait.**

**Réalité** : C'est le cerveau qui enregistre les mouvements.

**Explication** : Pour apprendre à faire une feinte au soccer, on doit d'abord regarder nos pieds pour les guider. Les muscles des jambes et des pieds effectuent le mouvement en se contractant et s'étirant. Leurs fuseaux neuromusculaires envoient les informations de contraction et d'étirement au cerveau. Celui-ci les mémorise comme un programme. Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui exécutent les mouvements.

## **Quatre idées fausses sur les muscles et l'entraînement [deuxième version du texte informatif de réfutation]**

### **1. Après de gros efforts, nos muscles font mal parce qu'ils sont abîmés : FAUX!**

**En réalité** : C'est la réparation du muscle qui cause la douleur.

**Explication** : On appelle courbatures des douleurs musculaires à la suite d'un gros travail. Quand les muscles travaillent trop fort, des fibres musculaires subissent des déchirures minuscules. Toutefois, les courbatures surviennent un à deux jours plus tard. Ce ne sont donc pas les déchirures qui provoquent la douleur. C'est plutôt leur réparation! Le corps leur envoie plus de sang pour y amener des molécules de réparation. C'est ce surplus de liquide qui est douloureux, notamment en écrasant un peu les nerfs.

+ **d'infos** : Quand le corps répare les fibres musculaires, il leur ajoute plus de protéines. Ces fibres deviennent alors plus fortes et plus solides, donc plus résistantes aux courbatures lors des entraînements suivants.

### **2. Pour devenir plus flexible, il faut rendre les muscles plus élastiques : FAUX!**

**En réalité** : Pour devenir plus flexible, il faut réduire un réflexe anti-étirement musculaire.

**Explication** : Les muscles contiennent des détecteurs d'étirement, appelés fuseaux neuromusculaires. Quand les muscles s'étirent brusquement, les fuseaux neuromusculaires provoquent une contraction musculaire pour bloquer cet étirement. Grâce aux exercices d'assouplissement, les fuseaux neuromusculaires apprennent à laisser les muscles s'étirer plus. Donc, les mouvements sont plus amples et on est plus flexible!



**3. En faisant du sport, on s'essouffle moins car les muscles s'habituent : FAUX!**

**En réalité :** Les muscles ne s'habituent pas. Ils doivent plutôt s'adapter.

**Explication :** Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite pour faire entrer plus d'oxygène dans le sang. Toutefois, les muscles des sportifs apprennent à puiser plus d'oxygène dans le sang. De plus, quand un sportif améliore ses techniques, ses muscles travaillent plus efficacement et consomment moins d'oxygène. Bref, on n'a plus besoin de respirer aussi vite pour alimenter les muscles en oxygène.

+ **d'infos :** En plus, les poumons d'un sportif laissent passer plus d'oxygène de l'air vers le sang. Et son cœur devient plus performant : chaque battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène, vers les muscles.

**4. En pratiquant un nouveau mouvement (ex : une feinte), les muscles l'enregistrent et on n'a plus besoin de regarder ce qu'on fait : FAUX!**

**En réalité :** C'est le cerveau qui enregistre les mouvements.

**Explication :** Pour apprendre à faire une feinte au soccer, on doit d'abord regarder nos pieds pour les guider. Les muscles des jambes et des pieds effectuent le mouvement en se contractant et s'étirant. Leurs fuseaux neuromusculaires envoient les informations de contraction et d'étirement au cerveau. Celui-ci les mémorise comme un programme. Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui exécutent les mouvements.

## **J'ai mal partout ! [texte narratif classique]**

*Driiiiiing !* Comme chaque matin d'école, le réveil de Clémentine sonne. Mais ce matin, Clémentine ne saute pas du lit comme d'habitude. Elle gémit et enfouit sa tête sous la couette. Elle est très fatiguée. Tellement fatiguée qu'il faudrait une grue pour la sortir du lit.

Son père passe la tête par la porte :

- Clémentiiiiiiiiine, tu vas être en retard !

- C'est bon... j'arrive...

Clémentine inspire un grand coup et se lève. À chaque pas, elle grimace. C'est qu'hier soir, pour la première fois, elle a joué au hockey... et ce matin, elle a mal partout ! En s'asseyant à table, elle soupire :

- Oh la la, j'ai mal partout ! Aux jambes, aux bras et au dos ! Mais pourquoi?

Elle finit son déjeuner et se dépêche de partir pour l'école. Elle a hâte d'aller voir son professeur [enseignant] de sport pour lui en parler. Arrivée dans la cour, elle le voit au loin et se précipite vers lui. Enfin, pas trop vite quand même, elle a mal aux jambes !

- Monsieur, monsieur, j'ai une question !

- Tu es drôlement pressée... vas-y, je t'écoute !

- Voilà. Hier soir, j'ai été à mon premier entraînement de hockey. Et ce matin, j'ai mal partout ! D'où vient cette douleur?

- Tu as déchiré des fibres de tes muscles en jouant au hockey hier soir. En ce moment, ton corps envoie plus de sang dans tes muscles pour réparer les déchirures. Et comme il y a plus de sang dans tes muscles, ça écrase un peu tes nerfs... et c'est ça qui te fait mal ! Mais tu verras, lors de ton prochain entraînement, tu auras moins mal, car tes fibres seront réparées et plus solides !

- Et est-ce que je serai moins essoufflée aussi la prochaine fois ?

- À force de faire du hockey, tu deviendras de moins en moins essoufflée. Tes muscles vont se transformer.

- Hein ? Comment ça ?

- Si tu es essoufflée, c'est parce que tes muscles manquent d'oxygène pour bien travailler. À force de jouer au hockey, tes muscles vont apprendre à absorber une plus grande quantité d'oxygène. En améliorant tes techniques, tes muscles vont moins forcer et vont donc consommer moins d'oxygène. Bref, tu auras moins besoin de respirer vite pour apporter de l'oxygène à tes muscles... et tu seras moins essoufflée !

- Merci Monsieur !

Clémentine part vite retrouver son amie Charlotte.

- Salut Charlotte ! Comme s'est passé ton cours de gymnastique, hier soir ?

- Oh, pas mal... notre prof nous a fait faire des exercices d'étirement, pour nous préparer à la compétition de dimanche. C'est pas facile !

- Pas facile, mais tu y arrives. Ce n'est pas donné à tout le monde de réussir le grand écart. Comment tu es arrivée à être aussi flexible?

Charlotte adore expliquer aux autres ce qu'elle a appris. Elle prend un air savant et explique :

- Les muscles peuvent s'étirer. Le problème, c'est que quand on étire nos muscles, les détecteurs d'étirement provoquent une contraction. Résultat : l'étirement est bloqué. Mais,

à force de faire des étirements, les détecteurs d'étirement, qui s'appellent des fuseaux neuro-musculaires, apprennent à tolérer les étirements et ils ne provoquent plus de contractions. Alors, nos muscles s'étirent plus et on devient plus flexible !

- Ah d'accord ! Et maintenant, est-ce que tu te sens prête pour ta compétition ?

- Oui ! Depuis quelques temps, je n'ai plus besoin de regarder où je mets mes pieds sur la poutre. J'ai tout enregistré !

- Ah oui, comment t'as fait ça ?

Le professeur [enseignant] de sport entend la conversation de Clémentine et Charlotte et s'approche :

- Bonne question ! À votre avis, les filles, comment notre corps garde-t-il en mémoire nos mouvements ?

Les deux filles se regardent et haussent les épaules :

- Euh... aucune idée !

- Grâce à son cerveau ! Au début, toi, Charlotte, tu devais regarder où tu mettais les pieds, n'est-ce pas ?

- Oh oui ! Sinon, je tombais tout le temps !

- Au début, en effet, tu dois regarder ce que tu fais. Pour faire tes mouvements, tes muscles se contractent et s'étirent. Ils envoient les informations de contraction et d'étirement à ton cerveau. C'est donc le cerveau qui mémorise les mouvements.

- Comme un programme d'ordinateur ?

- Oui, c'est exactement ça, comme un programme ! Ensuite, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui font faire les mouvements, sans que tu aies besoin de les regarder !

Clémentine rit :

- Charlotte, j'espère que ton cerveau sera au point pour dimanche !

- Il a intérêt !

## **J'ai mal partout ! [texte narratif de réfutation]**

*Driiiiiing !* Comme chaque matin d'école, le réveil de Clémentine sonne. Mais ce matin, Clémentine ne saute pas du lit comme d'habitude. Elle gémit et enfouit sa tête sous la couette. Elle est très fatiguée. Tellement fatiguée qu'il faudrait une grue pour la sortir du lit.

Son père passe la tête par la porte :

- Clémentiiiiiiiiine, tu vas être en retard !

- C'est bon... j'arrive...

Clémentine inspire un grand coup et se lève. À chaque pas, elle grimace. C'est qu'hier soir, pour la première fois, elle a joué au hockey... et ce matin, elle a mal partout ! En s'asseyant à table, elle soupire :

- Oh la la, j'ai mal partout ! Aux jambes, aux bras et au dos ! Je crois que mes muscles sont tout abîmés...

Son grand frère Charles-Olivier ricane :

- Ben voyons, Clém, tu ne crois pas que tu exagères ? T'es juste pas habituée, c'est tout !

- Non, je t'assure ! Mes muscles ont dû se déchirer.

- Ou bien peut-être que c'est parce que tu n'as pas bu assez d'eau ?

Clémentine est vraiment sceptique. Elle finit son déjeuner et se dépêche de partir pour l'école. Elle a hâte d'aller voir son professeur [enseignant] de sport. Arrivée dans la cour, elle le voit au loin et se précipite vers lui. Enfin, pas trop vite quand même, elle a mal aux jambes !

- Monsieur, monsieur, j'ai une question !

- Tu es drôlement pressée... vas-y, je t'écoute !

- Voilà. Hier soir, j'ai été à mon premier entraînement de hockey. Et ce matin, j'ai mal partout ! Je crois que c'est parce que j'ai déchiré mes muscles, mais mon frère dit que c'est parce que je n'ai pas bu assez d'eau. Qui a raison ?

- C'est vrai que tu as déchiré des fibres de tes muscles en jouant au hockey hier soir. Mais ce n'est pas la déchirure qui te fait mal. En réalité, en ce moment, ton corps envoie plus de sang dans tes muscles pour réparer les déchirures.

- Mais pourquoi ça me fait mal, ça ?

- Parce que comme il y a plus de sang dans tes muscles, ça écrase un peu tes nerfs... et c'est ça qui te fait mal ! Mais tu verras, lors de ton prochain entraînement, tu auras moins mal, car tes fibres seront réparées et plus solides !

- Et est-ce que je serai moins essoufflée aussi la prochaine fois ?

- Peut-être pas la prochaine fois ! Mais à force de faire du hockey, tu deviendras de moins en moins essoufflée !

- Parce que mes muscles vont s'habituer ?

- Non, en fait, les muscles ne s'habituent pas. Ils se transforment.

- Hein ? Comment ça ?

- Si tu es essoufflée, c'est parce que tes muscles manquent d'oxygène pour bien travailler. À force de jouer au hockey, tes muscles vont apprendre à absorber une plus grande quantité d'oxygène. En améliorant tes techniques, tes muscles vont moins forcer et vont donc

consommer moins d'oxygène. Bref, tu auras moins besoin de respirer vite pour apporter de l'oxygène à tes muscles... et tu seras moins essoufflée !

- Merci Monsieur ! J'ai hâte de raconter ça à mon frère !

Clémentine part vite retrouver son amie Charlotte.

- Salut Charlotte ! Comme s'est passé ton cours de gymnastique, hier soir ?

- Oh, pas mal... notre prof nous a fait faire des exercices d'étirement, pour nous préparer à la compétition de dimanche. C'est pas facile !

- Alors maintenant, tes muscles sont plus élastiques ?

- Non, notre professeur [enseignant] nous a expliqué que les muscles ne sont pas élastiques.

- Ah bon ? Mais comment on fait pour faire le grand écart alors ?

Charlotte adore expliquer aux autres ce qu'elle a appris. Elle prend un air savant et explique :

- Parce que les muscles peuvent s'étirer. Le problème, c'est que quand on étire nos muscles, les détecteurs d'étirement provoquent une contraction. Résultat : l'étirement est bloqué.

- Mais alors, comment on fait pour devenir flexible si on ne peut pas étirer nos muscles ?

- Tu vas voir ! En fait, à force de faire des étirements, les détecteurs d'étirement, qui s'appellent des fuseaux neuro-musculaires, apprennent à tolérer les étirements et ils ne provoquent plus de contractions. Alors, nos muscles s'étirent plus et on devient plus flexible !

- Ah d'accord ! Et maintenant, est-ce que tu te sens prête pour ta compétition ?

- Oui ! Depuis quelques temps, je n'ai plus besoin de regarder où je mets mes pieds sur la poutre, mes muscles ont tout enregistré !

- Alors, ça veut dire que nos muscles ont de la mémoire ?

Le professeur [enseignant] de sport entend la conversation de Clémentine et Charlotte et s'approche :

- Bonne question ! À votre avis, les filles, est-ce que les muscles ont de la mémoire ?

Les deux filles se regardent et haussent les épaules :

- Euh... ben oui, sinon, comment le corps sait quels mouvements il doit faire ?

- Grâce à son cerveau! Au début, toi, Charlotte, tu devais regarder où tu mettais les pieds, n'est-ce pas ?

- Oh oui ! Sinon, je tombais tout le temps !

- Au début, en effet, tu dois regarder ce que tu fais. Pour faire tes mouvements, tes muscles se contractent et s'étirent. Ils envoient les informations de contraction et d'étirement à ton cerveau. C'est donc le cerveau qui mémorise les mouvements, pas les muscles.

- Comme un programme d'ordinateur ?

- Oui, c'est exactement ça, comme un programme! Ensuite, le cerveau déclenche le programme de contractions et d'étirements des muscles qui font faire les mouvements, sans que tu aies besoin de les regarder !

Clémentine rit :

- Charlotte, j'espère que ton cerveau sera au point pour dimanche !

- Il a intérêt !

## ANNEXE 7

Deux versions du texte hybride

*Émile joue avec le feu*

Présentation aux vulgarisateurs scientifiques :

Transposition d'un savoir savant en savoir vulgarisé

## Deux versions du texte hybride *Émile joue avec le feu*

<i>Émile joue avec le feu (texte hybride classique)</i>	<i>Émile jour avec le feu (texte hybride de réfutation)</i>
<p>Émile est une fourmi qui vit dans le plus vaste désert du monde, le Sahara. Cinq fois grand comme le Québec, le Sahara est certainement le plus grand carré de sable qu’une fourmi puisse trouver!</p> <p>Émile habite dans une fourmilière, bien entouré d’une grande famille et de nombreux amis. Ensemble, les fourmis s’affairent à mille et une tâches pour assurer la survie de la colonie. La reine pond les œufs, les mâles assurent la reproduction et les ouvrières s’occupent de la construction, l’entretien, de la défense de la colonie et la quête de nourriture. Émile est intrépide et courageux, il rapporte la nourriture au nid.</p> <p>Dans la journée, quand la température dépasse les 45°C, les fourmis en profitent pour partir à la recherche de nourriture. Pendant que leurs prédateurs se terrent dans la fraîcheur du sable, elles en profitent pour faire leurs courses. Goubil, le gros lézard qui guette souvent l’entrée de leur nid, dort dans son repère. Les fourmis doivent faire vite, car le grand four du désert peut rapidement les tuer.</p> <p>C’est la veille de la fête des mères et Émile désire offrir à sa maman un cadeau très spécial. Dans une galerie de la fourmilière, Émile et son cousin Roco discutent à l’abri des oreilles indiscrètes.</p> <p>— Roco, j’aimerais bien trouver un cadeau pour maman, mais je n’ai pas d’idée, dit Émile embêté.</p> <p>— Moi, suggère Roco, quand je veux faire une surprise à ma mère, je lui offre un gros morceau de viande. Elle adore ça!</p> <p>Émile, qui semble peu convaincu, se rappelle soudain un détail.</p> <p>— L’autre jour, j’ai entendu ma mère dire à mon père qu’elle avait vu une jolie plante à fleurs, près du terrier de Goubil.</p>	<p>Émile est une fourmi qui vit dans le plus vaste désert du monde, le Sahara. Cinq fois grand comme le Québec, le Sahara est certainement le plus grand carré de sable qu’une fourmi puisse trouver!</p> <p>Émile habite dans une fourmilière, bien entouré d’une grande famille et de nombreux amis. Ensemble, les fourmis s’affairent à mille et une tâches pour assurer la survie de la colonie. Contrairement à ce que tu pourrais penser, toutes les fourmis n’ont pas le même rôle à jouer dans une colonie. À chacun sa responsabilité. La reine pond les œufs, les mâles assurent la reproduction et les ouvrières s’occupent de la construction, l’entretien, de la défense de la colonie et la quête de nourriture. Émile est intrépide et courageux, il rapporte la nourriture au nid.</p> <p>Dans la journée, quand la température dépasse les 45°C, les fourmis en profitent pour partir à la recherche de nourriture. Sortir au grand jour à une température aussi chaude pourrait les tuer! Peut-être, mais elles ont une ruse. Pendant que leurs prédateurs se terrent dans la fraîcheur du sable, elles en profitent pour faire leurs courses. Goubil, le gros lézard qui guette souvent l’entrée de leur nid, dort dans son repère. Les fourmis doivent faire vite, car le grand four du désert peut rapidement les tuer.</p> <p>C’est la veille de la fête des mères et Émile désire offrir à sa maman un cadeau très spécial. Dans une galerie de la fourmilière, Émile et son cousin Roco discutent à l’abri des oreilles indiscrètes.</p> <p>— Roco, j’aimerais bien trouver un cadeau pour maman, mais je n’ai pas d’idée, dit Émile embêté.</p> <p>— Moi, suggère Roco, quand je veux faire une surprise à ma mère, je lui offre un gros morceau de viande. Elle adore ça!</p> <p>Émile, qui semble peu convaincu, se rappelle soudain un détail.</p>

— Tu ne vas pas aller là! s'écrie Roco paniqué. Ce fichu lézard ne fera qu'une bouchée de toi.

Devant la réaction de son cousin, Émile réfléchit. Il se dit que le lézard ne peut pas être si terrible que ça. Qu'il n'aura qu'à faire vite et rentrer avant que tout le monde remarque sa sortie. Son cousin n'est probablement qu'un peureux, mais il ne veut pas l'inquiéter.

— Rassure-toi Roco, je ne prendrai pas un tel risque.

Émile prétexte qu'il doit aller aider sa mère et quitte son cousin qui paraît s'apaiser.

Le lendemain matin, Émile guette en secret les allées et venues de Goubil à l'entrée de la fourmilière. Le gros lézard, qui jongle déjà avec l'idée d'une sieste, tourne autour d'une carcasse à la recherche d'insectes.

« Encore quelques instants et ce sera le moment d'aller cueillir une fleur pour maman », pense l'intrépide fourmi.

Goubil disparaît dans son terrier. Émile fait quelques pas dans sa direction, mais rebrousse chemin, soudain apeuré à l'idée de rencontrer le lézard.

Prenant tout son courage à ses pattes, Émile s'extirpe de nouveau hors du trou. Puis, il part à la course, en gardant à vue sa fourmilière. En tant qu'insecte, Émile a six pattes. Mais comme les fourmis de son espèce, il a appris à courir à 4 pattes. Cette technique de course avec 4 pattes au sol et 2 pattes dans les airs lui permet d'être mieux coordonné et d'atteindre une vitesse de pointe d'un mètre par seconde. Ce serait l'équivalent pour nous de franchir le mur du son comme le font les fusées à réaction.

Émile sait qu'il dispose de peu de temps. Même le soleil du matin fait grimper la température de son petit corps jusqu'à 50°C, soit environ la chaleur nécessaire pour faire cuire de la viande au four. Pour les humains, quand notre température atteint 42°C, c'est la mort. Mais pour ces fourmis résistantes à la chaleur, c'est l'occasion de sortir quand les prédateurs se cachent au frais. Tout ça à toutefois une limite : lorsque son corps atteint 55°C, il sera cuit!

— L'autre jour, j'ai entendu ma mère dire à mon père qu'elle avait vu une jolie plante à fleurs, près du terrier de Goubil.

— Tu ne vas pas aller là! s'écrie Roco paniqué. Ce fichu lézard ne fera qu'une bouchée de toi.

Devant la réaction de son cousin, Émile réfléchit. Il se dit que le lézard ne peut pas être si terrible que ça. Qu'il n'aura qu'à faire vite et rentrer avant que tout le monde remarque sa sortie. Son cousin n'est probablement qu'un peureux, mais il ne veut pas l'inquiéter.

— Rassure-toi Roco, je ne prendrai pas un tel risque.

Émile prétexte qu'il doit aller aider sa mère et quitte son cousin qui paraît s'apaiser.

Le lendemain matin, Émile guette en secret les allées et venues de Goubil à l'entrée de la fourmilière. Le gros lézard, qui jongle déjà avec l'idée d'une sieste, tourne autour d'une carcasse à la recherche d'insectes.

« Encore quelques instants et ce sera le moment d'aller cueillir une fleur pour maman », pense l'intrépide fourmi.

Goubil disparaît dans son terrier. Émile fait quelques pas dans sa direction, mais rebrousse chemin, soudain apeuré à l'idée de rencontrer le lézard.

Prenant tout son courage à ses pattes, Émile s'extirpe de nouveau hors du trou. Puis, il part à la course, en gardant à vue sa fourmilière. En tant qu'insecte, Émile a six pattes. Mais comme les fourmis de son espèce, il a appris à courir à 4 pattes. Et pourquoi ne pas utiliser toutes ses pattes? C'est un peu comme si un sprinteur pouvait compter sur deux jambes de plus pour courir. Efficace? Pas nécessairement, surtout s'il risque de s'enfarger dans ses jambes en mouvement. Des scientifiques qui étudient les forces de l'univers, appelés physiciens, se sont intéressés à cette question. Pour Émile, cette technique de course avec 4 pattes au sol et 2 pattes dans les airs lui permet d'être mieux coordonné et d'atteindre une vitesse de pointe d'un mètre par seconde. Ce serait



Dans son excitation, Émile ne remarque pas qu'il s'approche dangereusement du trou de Goubil. Lorsqu'il regarde enfin devant lui, il est trop tard et ses pattes dérapent dans le vide. Il fait une longue chute dans le terrier ennemi, puis atterrit sur l'abdomen, sans se faire mal, fort heureusement.

\*

Pendant ce temps, dans la fourmilière, Roco cherche Émile dans les moindres recoins. À mesure que les minutes passent, il comprend que son cousin n'a pas suivi ses conseils et devine qu'il est parti chercher une fleur. Alors n'écouterant que son courage, Roco se lance à sa recherche.

\*

De son côté, Émile est dans le pétrin. Lors de sa dégringolade dans le trou de Goubil, il a réveillé le lézard qui s'apprête maintenant à le dévorer.

— Tu tombes à point, la fourmi, j'ai un petit creux, ironise Goubil.

— Je n'ai pas peur de toi, affreux lézard. Tu terrorises ma famille depuis trop longtemps, il est temps que tu nous laisses tranquille, crie l'insecte en brandissant ses antennes comme des armes.

Émile bondit sur ses pattes et tente de sortir du trou. Goubil, qui est plus rapide, ne perd pas une seconde et saisit la fourmi par la tête.

Goubil approche lentement Émile de sa gueule. Le petit insecte comprend qu'il est dans une fâcheuse posture. Soudain, il aperçoit son cousin Roco qui le fixe du haut du trou. Émile a peine à y croire.

Roco tend une longue plume à son cousin. Émile tente de l'attraper mais Goubil l'en empêche. Avec ses pattes arrière, la petite fourmi chatouille le lézard. Goubil n'arrive plus à se maîtriser et s'esclaffe de rire. Il laisse tomber l'insecte.

l'équivalent pour nous de franchir le mur du son comme le font les fusées à réaction.

Émile sait qu'il dispose de peu de temps. Même le soleil du matin fait grimper la température de son petit corps jusqu'à 50°C, soit environ la chaleur nécessaire pour faire cuire de la viande au four. Sommes-nous aussi résistants? Non, les humains ne sont pas très tolérants à la chaleur. Pour nous, quand notre température atteint 42°C, c'est la mort. Mais pour ces fourmis résistantes à la chaleur, c'est l'occasion de sortir quand les prédateurs se cachent au frais. Tout ça a toutefois une limite : lorsque son corps atteint 55°C, il sera cuit!

Dans son excitation, Émile ne remarque pas qu'il s'approche dangereusement du trou de Goubil. Lorsqu'il regarde enfin devant lui, il est trop tard et ses pattes dérapent dans le vide. Il fait une longue chute dans le terrier ennemi, puis atterrit sur l'abdomen, sans se faire mal, fort heureusement.

\*

Pendant ce temps, dans la fourmilière, Roco cherche Émile dans les moindres recoins. À mesure que les minutes passent, il comprend que son cousin n'a pas suivi ses conseils et devine qu'il est parti chercher une fleur. Alors n'écouterant que son courage, Roco se lance à sa recherche.

\*

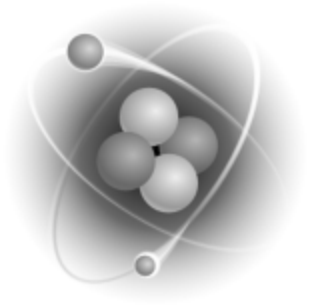
De son côté, Émile est dans le pétrin. Lors de sa dégringolade dans le trou de Goubil, il a réveillé le lézard qui s'apprête maintenant à le dévorer.

— Tu tombes à point, la fourmi, j'ai un petit creux, ironise Goubil.

— Je n'ai pas peur de toi, affreux lézard. Tu terrorises ma famille depuis trop longtemps, il est temps que tu nous laisses tranquille, crie l'insecte en brandissant ses antennes comme des armes.

Émile bondit sur ses pattes et tente de sortir du trou. Goubil, qui est plus rapide, ne perd pas une seconde et saisit la fourmi par la tête.

<p>Roco tend de nouveau la plume à Émile, qui parvient cette fois à grimper jusqu'au sommet. Les deux comparses s'enfuient à toute vitesse jusqu'à la fourmilière.</p> <p>En ce jour de la fête des mères, Émile s'empresse d'aller trouver sa maman. Il lui explique qu'il aurait aimé lui offrir une fleur et il est tout triste de ne pas avoir de cadeau.</p> <p>— Ne fais pas cette tête, Émile! dit sa maman. J'ai déjà le plus beau cadeau qu'une mère puisse désirer.</p> <p>Émile, perplexe, la regarde.</p> <p>— Ah oui, lequel?</p> <p>— Je t'ai, toi! Tu vaux bien tous les cadeaux de la terre, dit sa maman en le serrant tendrement dans ses pattes.</p> <p>Émile est rassuré. Pendant toute la journée, il raconte ses folles aventures à sa mère. Tous les deux rigolent en pensant à la tête qu'a dû faire Goubil en se faisant rouler par une si petite fourmi. Heureusement qu'elle n'est pas fâchée.</p>	<p>Goubil approche lentement Émile de sa gueule. Le petit insecte comprend qu'il est dans une fâcheuse posture. Soudain, il aperçoit son cousin Roco qui le fixe du haut du trou. Émile a peine à y croire.</p> <p>Roco tend une longue plume à son cousin. Émile tente de l'attraper mais Goubil l'en empêche. Avec ses pattes arrière, la petite fourmi chatouille le lézard. Goubil n'arrive plus à se maîtriser et s'esclaffe. Il laisse tomber l'insecte.</p> <p>Roco tend de nouveau la plume à Émile, qui parvient cette fois à grimper jusqu'au sommet. Les deux comparses s'enfuient à toute vitesse jusqu'à la fourmilière.</p> <p>En ce jour de la fête des Mères, Émile s'empresse d'aller trouver sa maman. Il lui explique qu'il aurait aimé lui offrir une fleur et il est tout triste de ne pas avoir de cadeau.</p> <p>— Ne fais pas cette tête, Émile! dit sa maman. J'ai déjà le plus beau cadeau qu'une mère puisse désirer.</p> <p>Émile, perplexe, la regarde.</p> <p>— Ah oui, lequel?</p> <p>— Je t'ai, toi! Tu vaux bien tous les cadeaux de la terre, dit sa maman en le serrant tendrement dans ses pattes.</p> <p>Émile est rassuré. Pendant toute la journée, il raconte ses folles aventures à sa mère. Tous les deux rigolent en pensant à la tête qu'a dû faire Goubil en se faisant rouler par une si petite fourmi. Heureusement qu'elle n'est pas fâchée.</p>
---	--



**Serge Gagnier**  
Département de didactique



## Transposition d'un savoir savant en savoir vulgarisé

Processus de transposition  
et exemples appliqués à  
deux genres littéraires

## Processus de transposition



## Élémentation et décontextualisation

**Élémenter** consiste à exposer un savoir de manière à susciter l'intérêt du lecteur. Trop souvent, on se limite à abrégé un savoir, ce qui signifie en donner un aperçu en insistant sur les applications liées à la vie des tous les jours et en soustrayant les éléments jugés plus complexes.

**Décontextualiser** un savoir permet de s'interroger sur la façon d'organiser les concepts à présenter.



## Élémentation et décontextualisation

Concepts scientifiques élémentés et décontextualisés:

- Désert;
- Fourmilière;
- Vie en colonie;
- Compétition pour la nourriture;
- Prédation;
- Isolation thermique;
- Réflexion de la lumière;
- Mode de déplacement;
- Tolérance à la chaleur;
- Capacité de se représenter une température;
- Etc.

# Émergence des conceptions

Concepts scientifiques et sollicitation des conceptions  
(selon le niveau de l'apprenant):

Émergence des conceptions  
Séance 1 Enquête sur un focus group  
Séance 2 Ouvrage de didactique

- Désert (Qu'est-ce que le désert? Quelles sont ses caractéristiques?);
- Fourmilière (À quoi ressemble une fourmilière?);
- Vie en colonie (Pourquoi vivre en colonie? Quelles sont les rôles?);
- Compétition pour la nourriture (Risqué-t-on sa vie pour de la nourriture?);
- Prédation (Qu'est-ce qu'un prédateur? Une proie?);
- Isolation thermique (En quoi isolant aide-t-il à survivre sur le sable chaud?);
- Réflexion de la lumière (Qu'est-ce que la réflexion de la lumière? Quel est son rôle dans la survie dans le désert?);
- Mode de déplacement (Lors d'un déplacement, est-ce qu'un nombre plus élevé de pattes confère un avantage à un animal par rapport à un autre?);
- Tolérance à la chaleur (Est-ce que les humains tolèrent écart température?);
- Capacité de se représenter une température (Qu'est-ce que 55°C?).

# Émergence des conceptions

**Émile joue avec le feu (7-8 ans)**

Émergence des conceptions  
Séance 1 Enquête sur un focus group  
Séance 2 Ouvrage de didactique

- Dans une colonie, toutes les fourmis n'ont pas le même rôle.
- Sortir dehors à 45°C n'a aucun sens pour partir en quête de nourriture.
- En utilisant ses 6 pattes la fourmi ira plus vite.
- Les humains tolèrent bien les écarts de température.

**Des thèmes à explorer pour des lecteurs de 9 à 12 ans**

- La profondeur du sol n'a pas de lien avec la chaleur.
- C'est impossible de se déplacer sur les braises sans se brûler.
- Un bouclier est nécessairement métallique.

# Changement cognitif



Trois conditions facilitent l'évolution des conceptions d'un apprenant. La **force** de celles-ci dans son esprit, la **cohérence** des liens qui unissent ces conceptions avec ses connaissances et l'**engagement** qu'il ressent envers ses conceptions.

Quatre contextes motivent un apprenant à vouloir surmonter ses conceptions pour mener un apprentissage :

- (1) le fait de ressentir une **insatisfaction** à l'égard d'une idée;
- (2) être particulièrement **intéressé** par le sujet traité;
- (3) un **contexte** qui amène l'apprenant à se sentir davantage interpellé;
- (4) être porté par un **besoin d'apprendre**.

# Changement cognitif



## Émile joue avec le feu (7-8 ans)

- Fourmis n'ont pas même rôle : *difficulté à imaginer toujours même rôle à jouer.*
- Sortir dehors à 45°C : *semble démesurément chaud pour eux.*
- En utilisant ses 6 pattes, la fourmi ira plus vite: *plus de morceaux, meilleur on est.*
- Les humains tolèrent bien les écarts de température: *hiver : froid, été : chaud.*

## Des thèmes à explorer pour des lecteurs de 9 à 12 ans

- La profondeur du sol n'a pas de lien avec chaleur : *ne font pas cette association.*
- C'est impossible déplacer sur les braises sans brûler : *semble surhumain.*
- Un bouclier est nécessairement métallique : *imagerie populaire.*

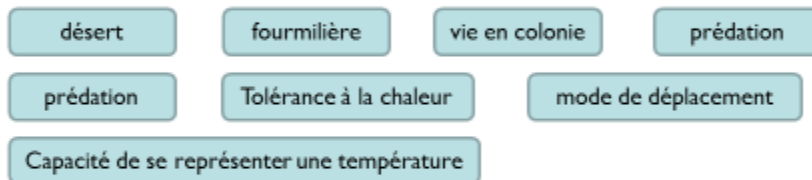
# Carte conceptuelle

La carte conceptuelle permet de rendre compte d'une réalité bien concrète qui s'opère dans la tête d'un lecteur et qui doit servir de tremplin pour s'approprier un concept.



# Carte conceptuelle

## Émile joue avec le feu (7-8 ans)

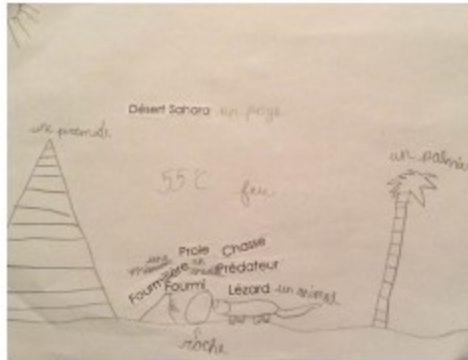


## Des thèmes à explorer pour des lecteurs de 9 à 12 ans:



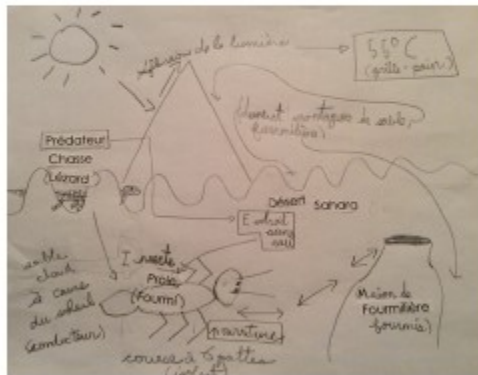
# Carte conceptuelle commune

## Émile joue avec le feu (7-8 ans)



# Carte conceptuelle commune

## Des thèmes à explorer pour des lecteurs de 9 à 12 ans





# Niveaux de formulation

Il existe pour un même concept, différents niveaux de formulation selon la scolarité de l'apprenant et la nature du problème étudié. Le lecteur ne fait pas que consommer l'information, il la structure d'une manière bien personnelle. En s'appuyant sur les niveaux opératoires de Piaget (pensées préopératoire, concrète et formelle) et les conceptions fréquentes des apprenants, on pourrait ainsi proposer une formulation qui prenne appui sur les structures cognitives des lecteurs.



# Niveaux de formulation

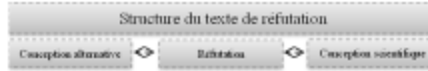
## Émile joue avec le feu (7-8 ans)

- 4 concepts scientifiques sont abordés.
- On ne mentionne pas le genre et l'espèce de l'insecte: *Cataglyphis bombycina*.
- Analogies: plus grand carré de sable (Sahara), faire ses courses (quête de nourriture), sprinteur à 4 jambes (courir 2 pattes en l'air, fusée à réaction), température de cuisson de la viande (55°C)
- Exemples concrets et détaillés (sprinteur).
- Met à profit les émotions des personnages.

# Structure du texte de réfutation

Le texte de réfutation consiste en une production écrite dans laquelle la conception du lecteur est énoncée, puis explicitement réfutée, et enfin confrontée à l'explication scientifique reconnue.

## Émile joue avec le feu (7-8 ans)



*Contrairement à ce que tu pourrais penser, toutes les fourmis n'ont pas le même rôle à jouer dans une colonie.*

*Sortir au grand jour à une température aussi chaude pourrait les tuer. Peut-être, mais elles ont une ruse.*

*Est-ce utile de ne pas utiliser toutes ses pattes? C'est un peu comme si un sprinteur pouvait compter sur deux jambes de plus pour courir.*

# Recontextualisation

À ce stade, il s'agit de réarticuler les éléments de contenu pour les remettre en contexte. Concrètement, il faut éviter de dogmatiser un savoir en le présentant comme universel, immuable et figé. Aussi, il faut pouvoir saisir son sens initial en organisant les savoirs autour du concept (désynchronisation). Parallèlement, il est important de pas décontextualiser un savoir ou encore le dépersonnaliser, en préservant en quelque sorte le caractère humain inhérent à une découverte.

## Émile joue avec le feu (7-8 ans)

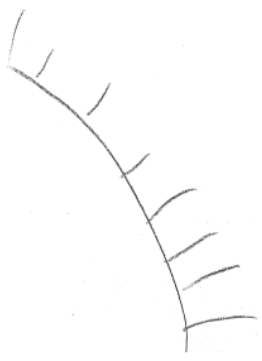
- *Rôles des fourmis dans une colonie.*
- *Stratégie de chasse des fourmis.*
- *Trotter à 4 pattes au lieu de 6.*
- *La tolérance des humains et de insectes à la chaleur.*



## **ANNEXE 8**

Cartes conceptuelles des élèves sur le béluga  
Cartes conceptuelles des élèves sur le requin blanc

# Garçon 1

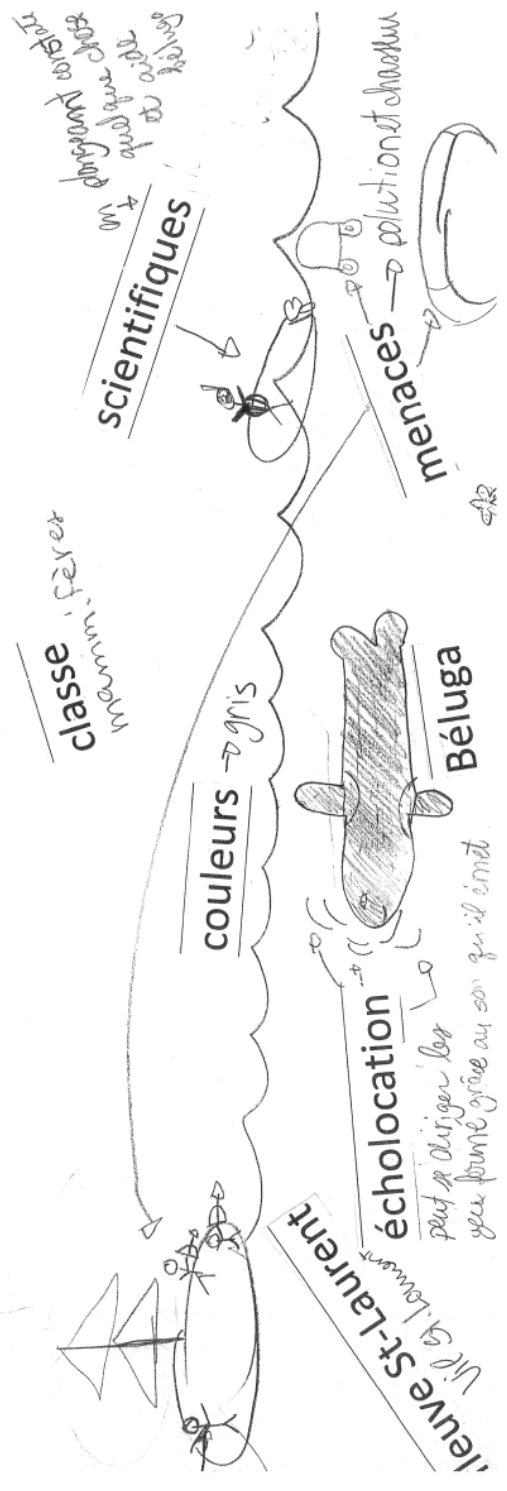


Arctique

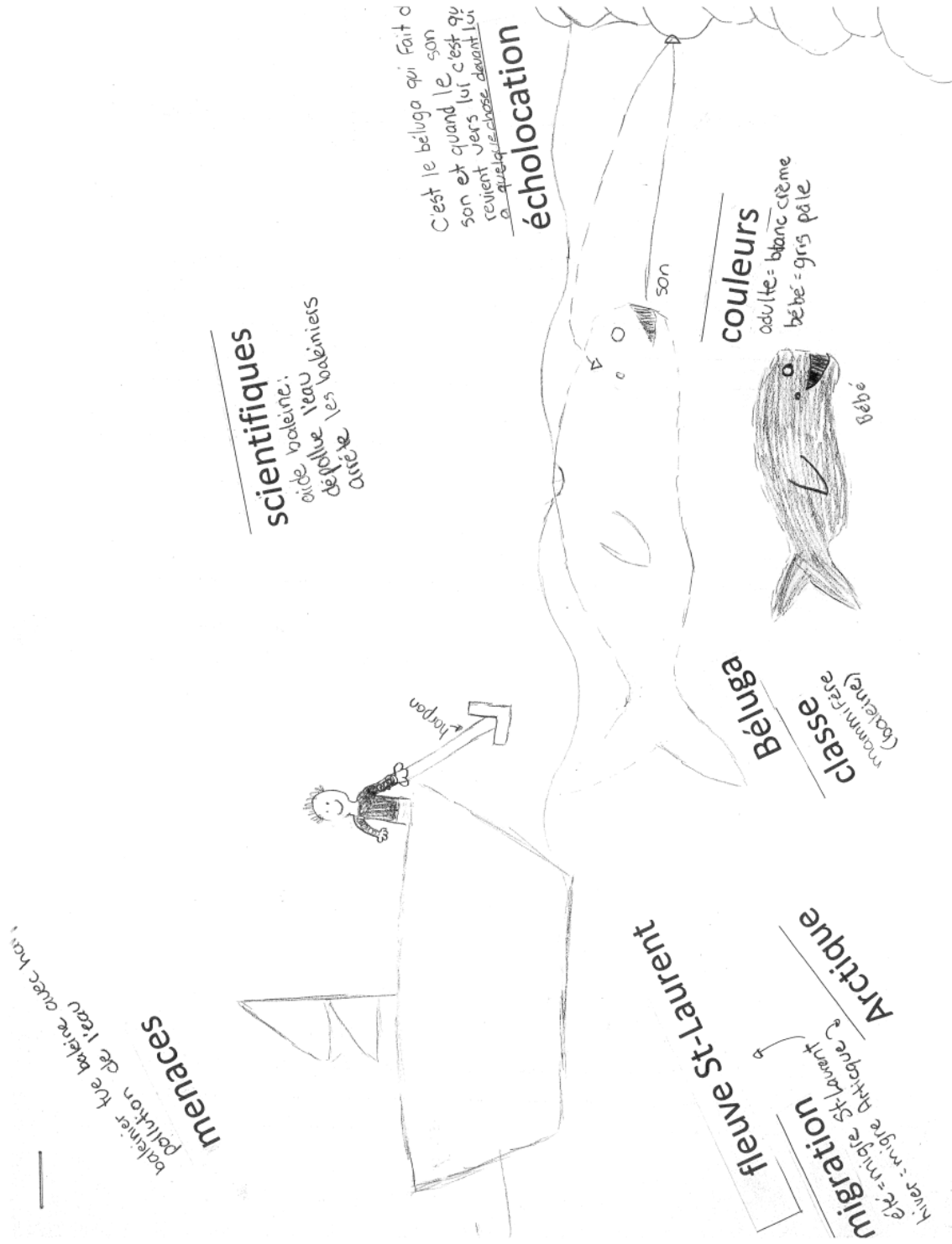
il y en a qui  
sont arctique  
(non arctique)

migration

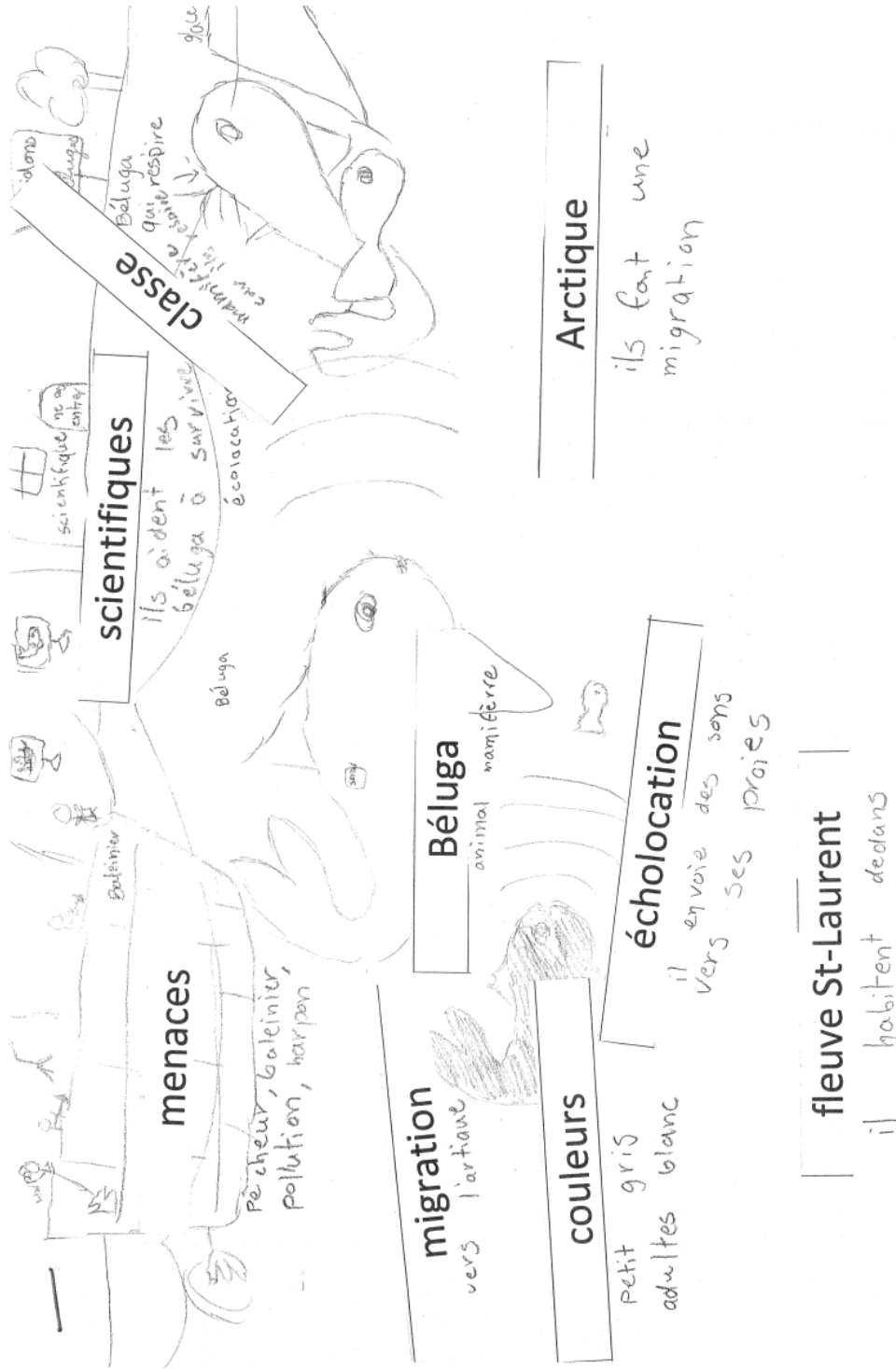
migre d'Amérique pendant hiver pour  
aller vers Europe.



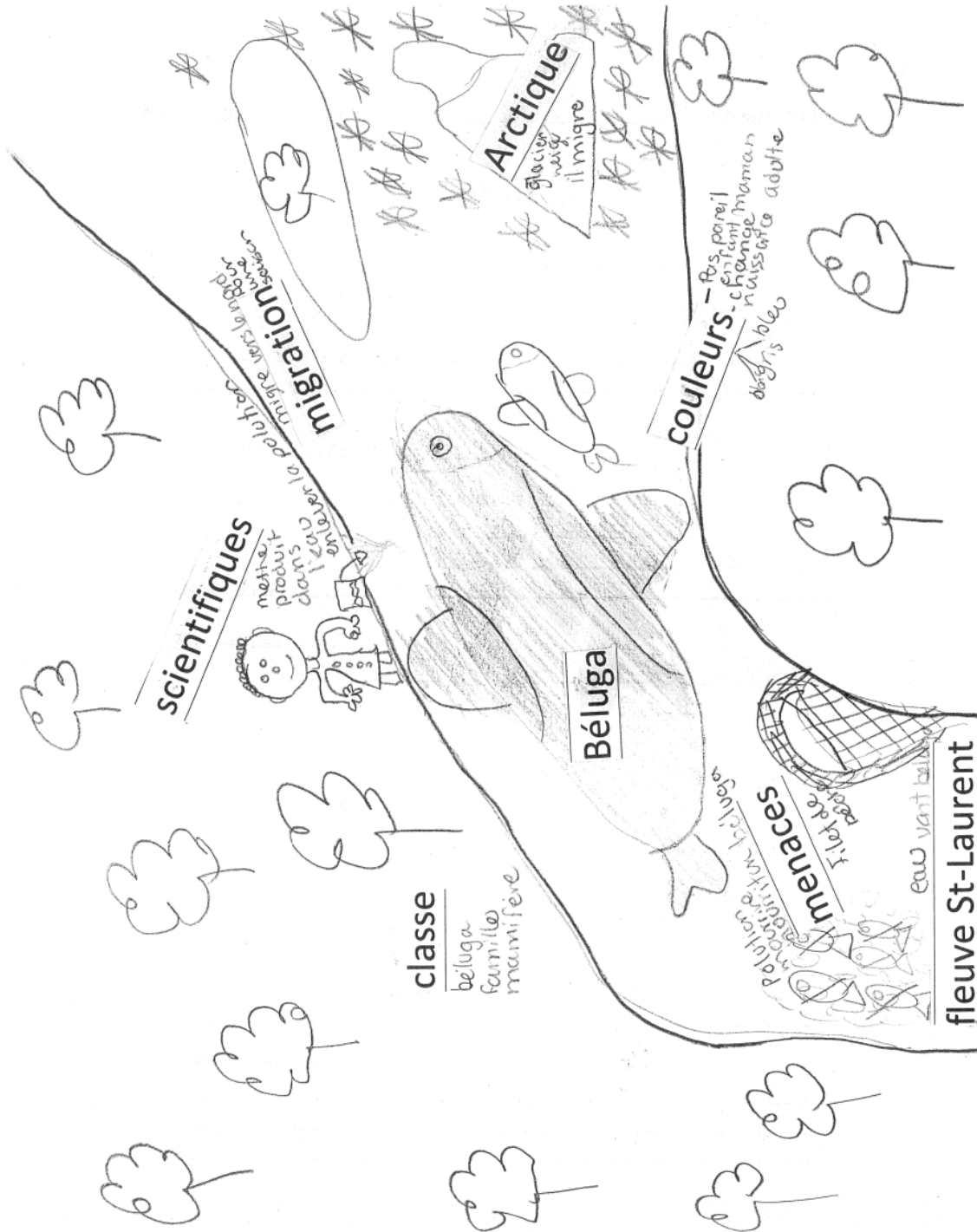
# Fille 1



# Fille 2



# Fille 3

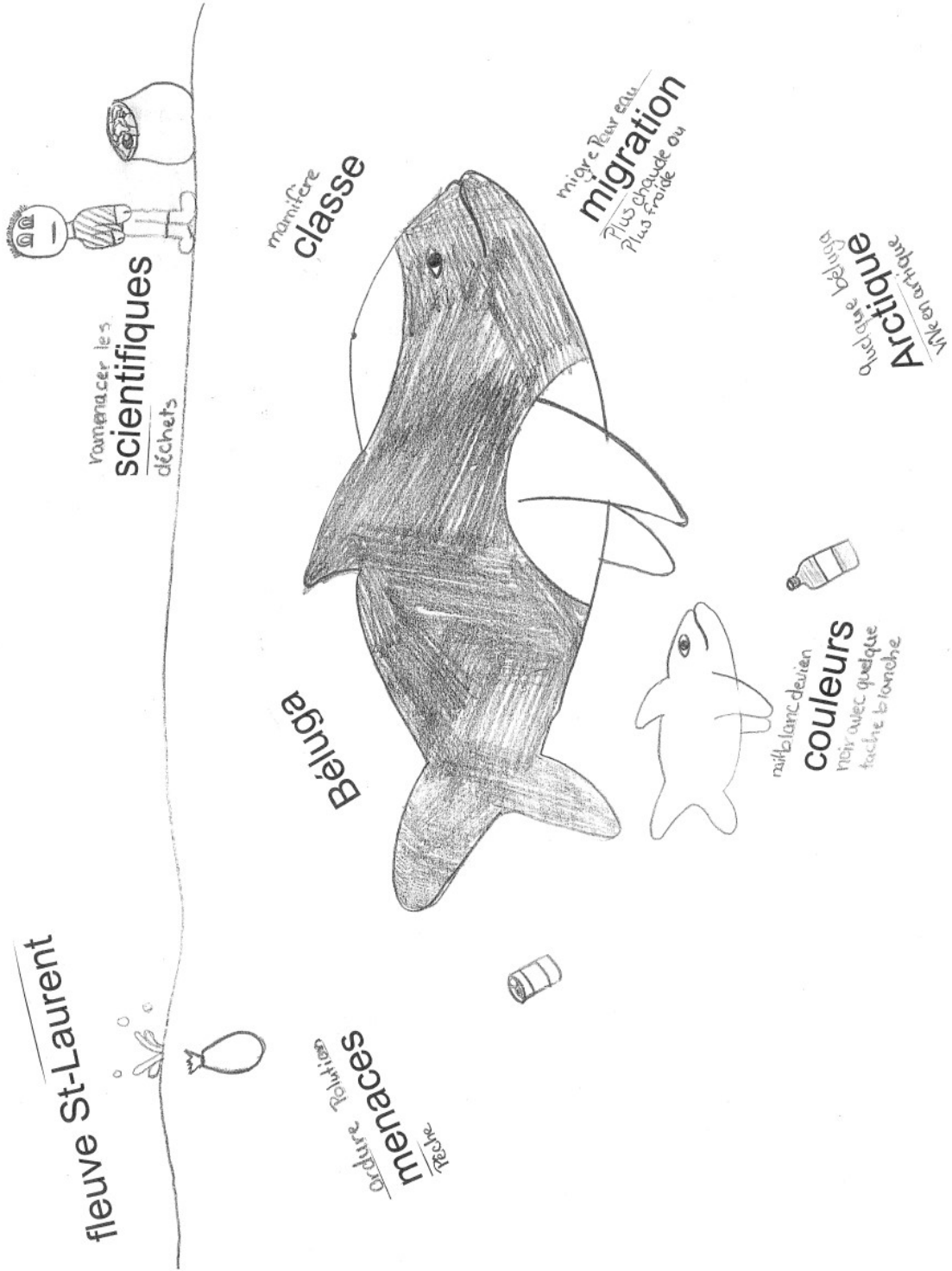


# Fille 4





Fille 5



# Fille 6

océanographe = Personne qui étudie la vie marine.  
Fait des recherches.

Pour suivre le requin dans ses déplacements.

collier-émetteur

base de données

ailerons

l'homme est une menace pour le requin.

menaces

uin blanc



prédateur = Homme

Homme = prédateur

Le requin blanc est :

sédentaire

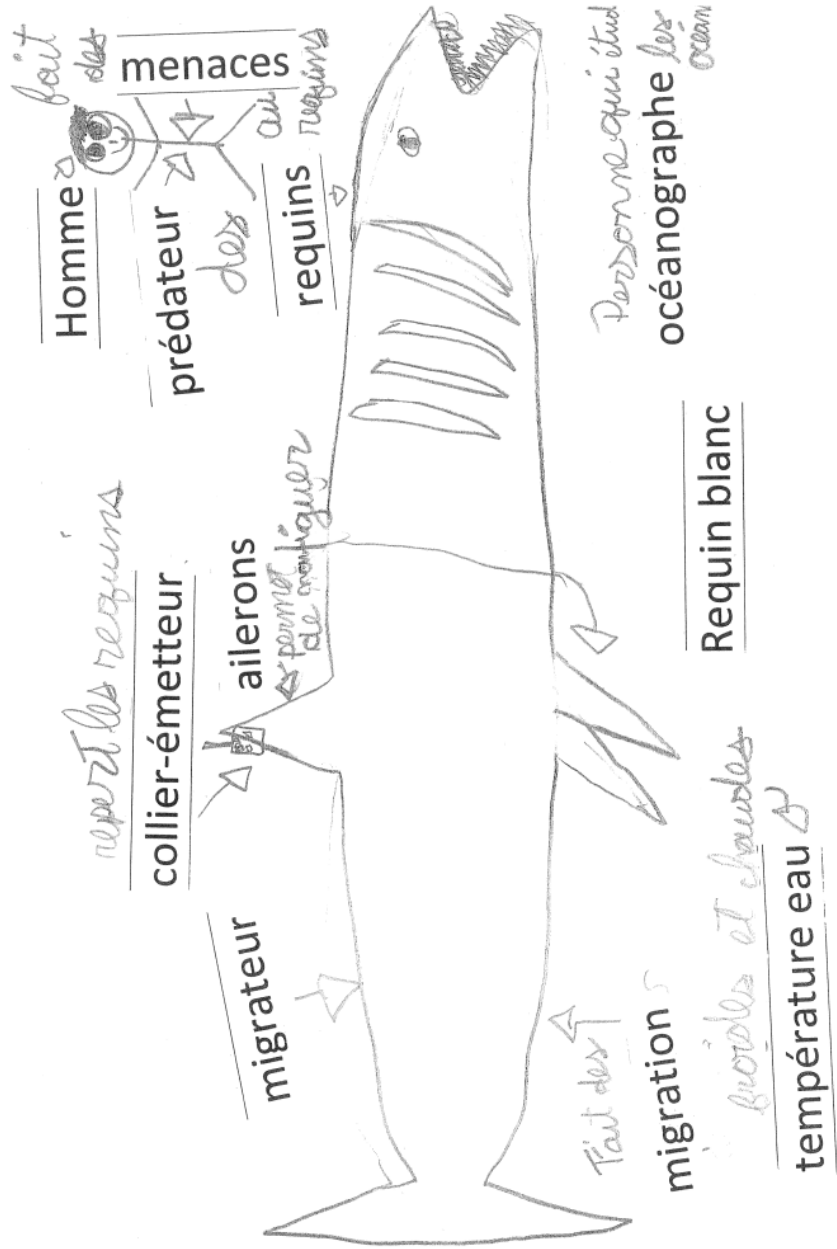
Il reste toujours dans la même région.

Le requin blanc habite :

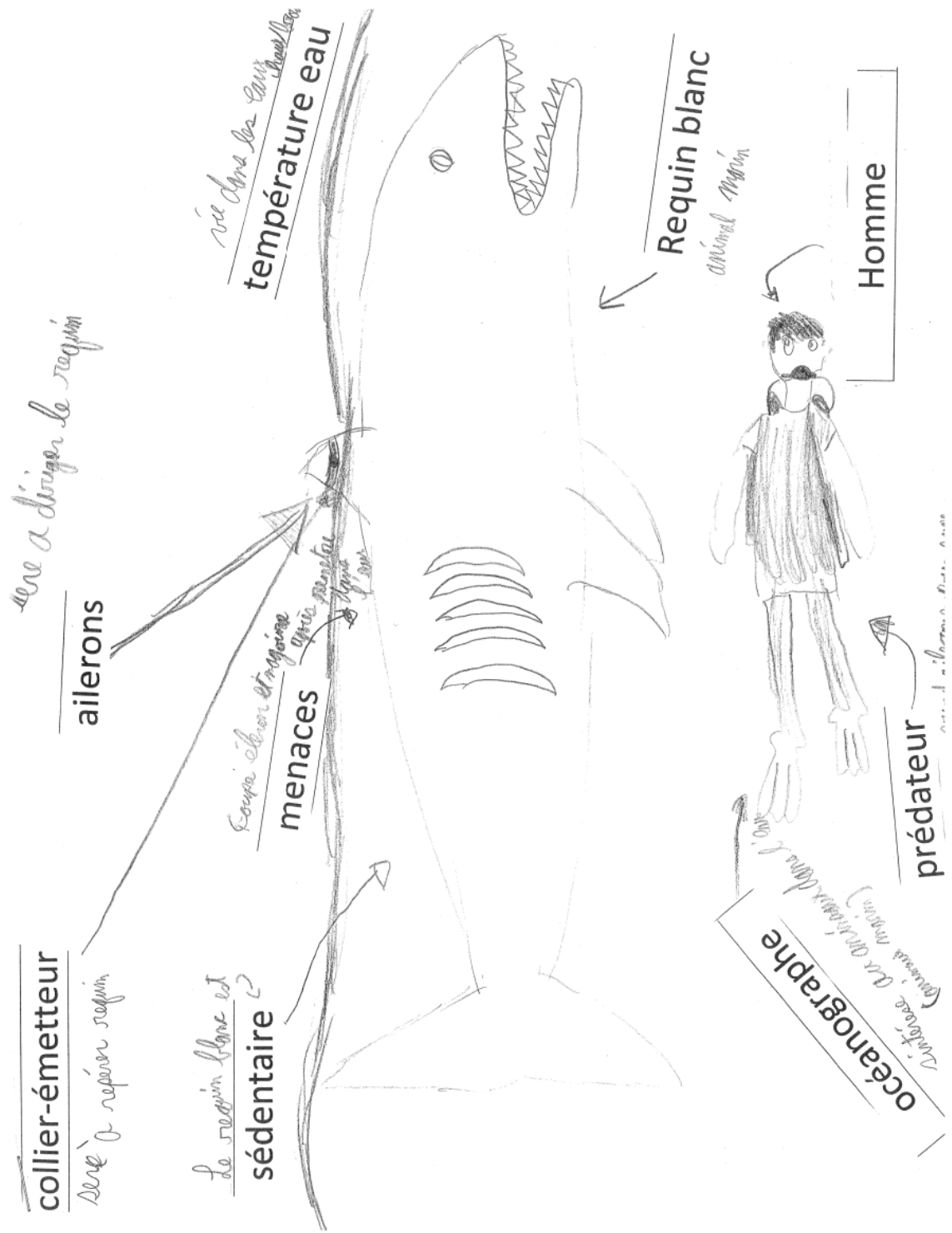
température eau

dans les eaux chaudes

# Garçon 2



# Garçon 3



# Fille 7



quel genre eau surf  
**Homme**

cabera dans l'eau  
**océanographe**



car il réalise pas est un bricoleur et quand une sorte de poisson !

**prédateur de l'homme**

sorte de migration

**ailerons**

**Requin blanc**

pour observer

**collier-émetteur**



requin terrorisé par humains car humains vent les tuer!

**menaces**

autres prédateur

**les requins**

**sédentaire**

Il reste à la même place

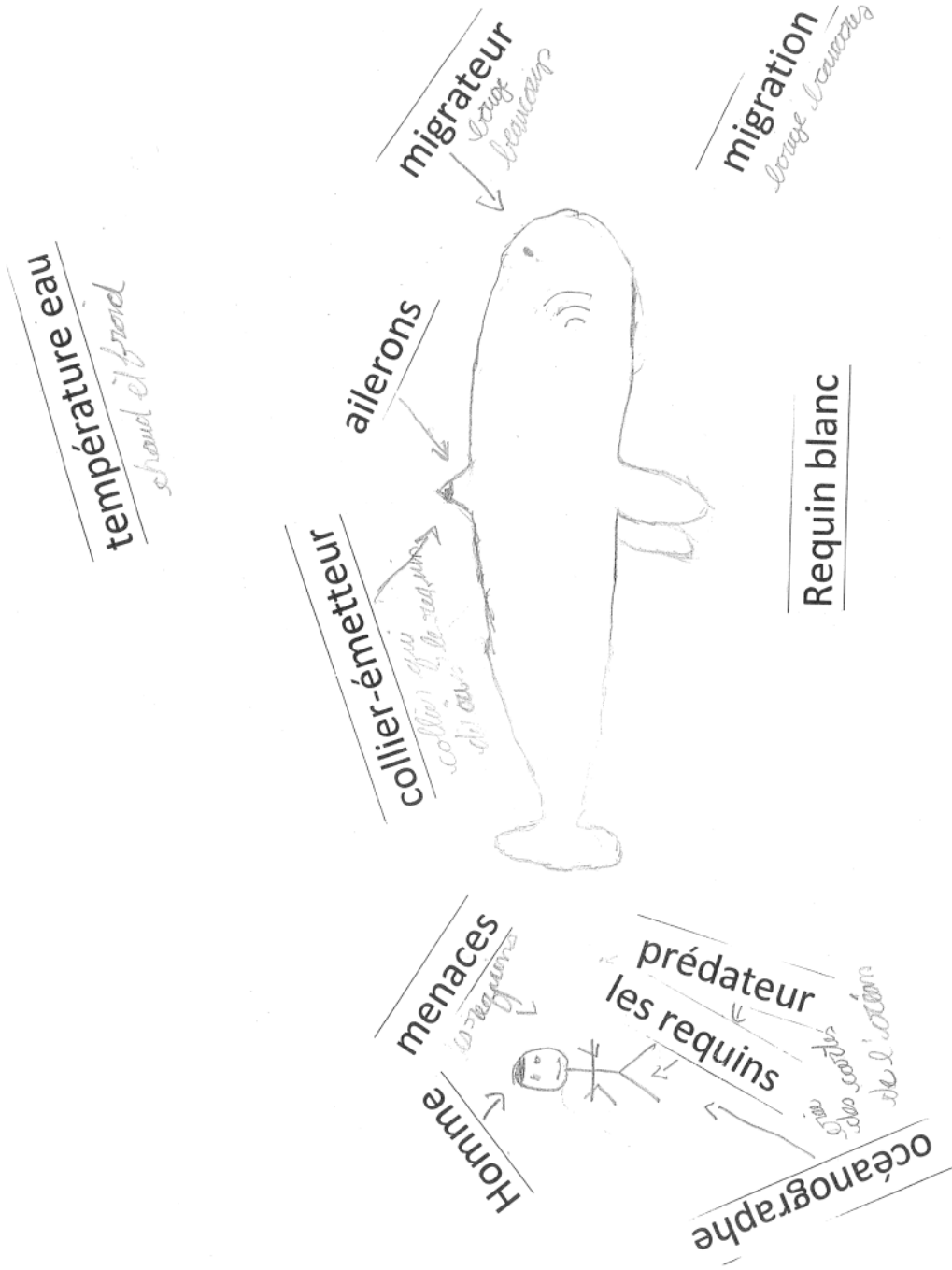


eau chaude

**température eau**



# Garçon 4



## **ANNEXE 9**

Productions des élèves sur les muscles et  
l'entraînement

# Garçon 1

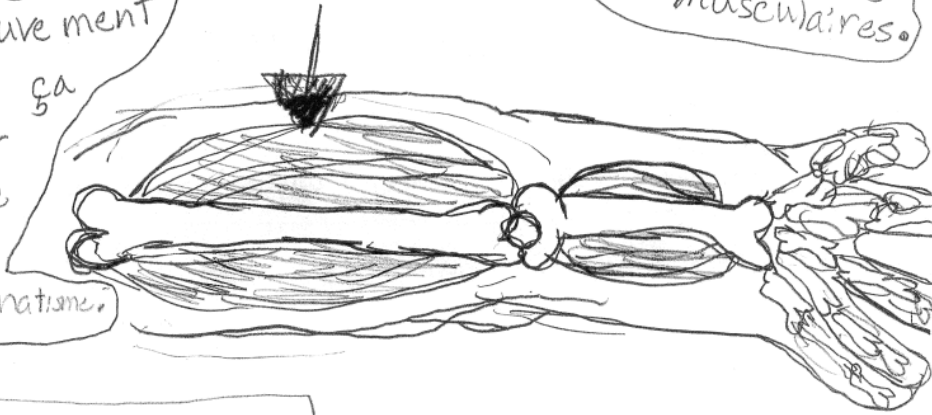
- courbatures
- des bleus

1. douleur du muscle

Après beaucoup d'entraînement, mon muscle se remplit d'acide lactique. En s'accumulant, ça cause des douleurs musculaires.

4. Notre cerveau enregistre le mouvement alors ça devient comme un automate.

douleur



3. Moins essouffé, car on s'habitue, notre corps est devenu plus fort face à cet exercice.

2. ce

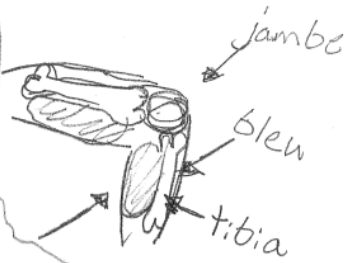
muscle

grossit (le muscle derrière le tibia)

joueur soccer

(le mollet)

(le rem...)





## Garçon 1 (suite)

5. Non, car c'est le cerveau qui a de la mémoire. Il envoie le signal au système nerveux et le système nerveux envoie le signal au muscle. Enfin, le muscle fait le mouvement.

6. Oui. Si le muscle se blesse, il dit au cerveau qu'il est blessé. Il le dit au système nerveux qui le dit au cerveau.

7. Ils sont plus élastiques...

8. Oui. Sûrement, en l'étirant, en le travaillant...

# Fille 1



② muscles qui grossit au soccer?  
les muscles dans les jambes  
et les mollets car on court beaucoup.  
muscles qui grossit pas?  
les muscles des bras car on utilise  
pas les bras.

③ non car on devient habitué  
puisque si on court un 800 mètres  
1 fois par semaine pendant 3  
mois la première fois tu vas être  
essoufflé mais à la fin tu vas  
être habitué.

④ C'est rendu comme un  
automatisme car à force  
de le faire et de le faire  
tu viens habitué et tu  
n'as plus de besoin de  
penser à ce que tu fais  
mais il faut que tu  
restes quand même concentré.

⑤ Oui, car moi, en gymnastique je  
fait souvent les mêmes  
mouvements et mes muscles devient  
habitué.

⑥ Oui car ce sont les muscles  
qui font le mouvement  
et non le cerveau mais  
le cerveau vas se souvenir  
du nom du mouvement.

⑦ les muscles, les tendons et les  
ligaments sont plus souple  
car en gymnastique ont les  
étirent souvent car dans  
nos routine on fait des  
split et il faut quelle soit  
belle pour avoir plus de point

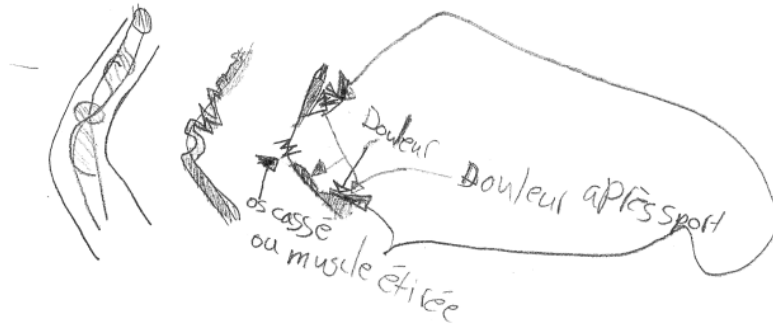
⑧ Oui, car avant, quand j'étais  
plus petite je n'étais  
vraiment pas souple et  
maintenant je suis très  
souple.

## Garçon 2

Soccer: ceux des cuisses et des pieds

3. moins essouffler, car avec les pratiques d'avant, ont travaillé le cardio.

4. on est rendu habituer, car le cerveau est habituer

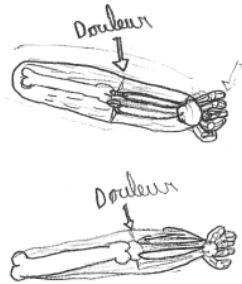


aïlloy

j'ai des douleurs partout  
courbature



## Garçon 3



1. peut-être que quand l'os ou le muscle reçoit un impact il transforme ça en douleur et que des cellules s'activent pour rapaiser la douleur

3. En général on est moins essouffé que la première fois car notre corps va s'habituer à faire les mêmes mouvements.

4. Surement que notre cerveau s'est habitué à faire le mouvement automatiquement car nous le répétons souvent le mouvement.

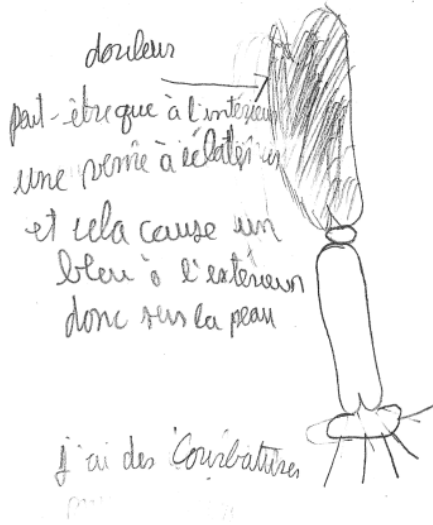
2. muscle soccer : les cuisses vont grossir et les bras vont moins grossir vu que l'on ne les utilise pas beaucoup.

## Garçon 3 (suite)

5. Je pense que non car c'est le cerveau qui se rappelle du mouvement mais le muscle peut s'habituer à faire un mouvement.
6. Je pense que oui car si le muscle manque de glucose ou d'oxygène il pourrait envoyer un message au cerveau.
7. Je pense que <sup>la</sup> différence est que le muscle plus souple va être plus élastique qu'un muscle normal.
8. Je pense que oui car si on l'habitue à faire un mouvement il peut devenir souple.

## Garçon 4

Muscle grand pectoral  
le muscle qui va du bras  
à ce qui a les cuisses



3- on est moins essouffé car premièrement quand on le fait à chaque on ne devient  
de moins on moins essouffé car quand on le fait plein de fois on est habitué  
donc on est moins essouffé

4- Ton corps devient habitué car les pratiques souvent

5- Oui car si on ne regarde pas le ballon et on l'a ça veut dire que le  
muscle se souvient de cela.

6- Non car je pense que le cerveau c'est lui qui suit tout les ordres.

7- Je sais pas

8- en tirant ou en poussant de la gym

## **ANNEXE 10**

« Quatre idées fausses sur les muscles »

Texte publié dans *Sport Débrouillards*



# 4 IDÉES FAUSSES

Quand tu apprends un nouveau sport, tes muscles doivent s'adapter eux aussi. Sais-tu comment? Voici quatre mythes sur les muscles et l'entraînement.



**1** LE LENDEMAIN D'UNE PREMIÈRE PRATIQUE, TES MUSCLES TE FONT MAL. C'EST PARCE QU'ILS SONT TRÈS ABÎMÉS. **FAUX**

**RÉALITÉ: C'EST LA RÉPARATION DU MUSCLE QUI EST DOULOUREUSE.**

**Explication:** Quand les muscles travaillent trop fort, ils subissent des micro-déchirures. Toutefois les douleurs, appelée courbatures\*, surviennent un à deux jours plus tard. Ce ne sont donc pas les micro-déchirures qui provoquent les douleurs. C'est leur réparation! Le corps leur envoie plus de sang pour y amener des molécules de réparation. C'est ce surplus de liquide qui est douloureux, car il écrase un peu les nerfs.

\* Il ne faut pas les confondre avec des crampes, qui surviennent pendant l'exercice.



## LE REPOS: MEILLEUR AMI DES MUSCLES

Comme les courbatures, les exercices de musculation provoquent des micro-déchirures. Quand le corps répare les muscles, il leur ajoute des protéines. Les muscles deviennent alors plus gros, plus forts et plus résistants aux micro-déchirures. Ces changements se produisent pendant le repos après l'exercice!



**2** POUR DEVENIR PLUS FLEXIBLE, TU DOIS RENDRE TES MUSCLES PLUS ÉLASTIQUES. **FAUX**

**RÉALITÉ: LES MUSCLES EUX-MÊMES BLOQUENT LEUR ÉTIREMENT. POUR QUE TU DEVIENNES PLUS FLEXIBLE, ILS DOIVENT APPRENDRE À MOINS BLOQUER L'ÉTIREMENT.**



**Explication:** Quand les muscles sont étirés brusquement, ils réagissent en se contractant. Ça limite leur étirement et la flexibilité des membres. Grâce aux exercices d'étirements, les muscles s'habituent à s'allonger davantage, sans se contracter. Donc, les mouvements deviennent plus amples et on est plus flexible!

## La musculation et les ados

Avant la puberté, les muscles ne sont pas prêts à grossir. Mais la musculation rend quand même plus fort. Comment? En augmentant le nombre de fibres musculaires qui travaillent en même temps dans le muscle.





# SUR LES MUSCLES



**3** EN PRATIQUANT UN NOUVEAU MOUVEMENT (EX.: UNE FEINTE), TES MUSCLES S'ENREGISTRENT. **FAUX**

**RÉALITÉ: C'EST LE CERVEAU QUI ENREGISTRE LES MOUVEMENTS.**

**Explication:** Pour apprendre une feinte au soccer, on doit d'abord regarder nos pieds pour les guider et on la pratique lentement. Grâce aux nerfs entre les muscles et le cerveau, celui-ci enregistre petit à petit le travail des muscles responsables des mouvements de la feinte.

Puis, quand on veut utiliser la feinte, le cerveau fait faire aux muscles le travail qu'il a enregistré. Plus besoin de regarder ou d'y aller lentement.



**4** EN FAISANT DU SPORT, TU T'ESOUFFLES MOINS CAR TES MUSCLES S'HABITUENT À L'EXERCICE. **FAUX**

**RÉALITÉ: LES MUSCLES NE S'HABITUENT PAS. ILS CHANGENT!**

**Explication:** Quand les muscles manquent d'oxygène, on respire plus vite. Le sang absorbe alors plus d'oxygène dans les poumons et il en envoie plus aux muscles. Toutefois, les muscles des sportifs s'adaptent:

- 1) ils apprennent à prendre un plus grand pourcentage d'oxygène dans le sang;
- 2) quand un sportif améliore ses techniques, les muscles travaillent plus efficacement et consomment moins d'oxygène;
- 3) un autre muscle devient plus performant: le cœur! Chaque battement envoie plus de sang, et donc plus d'oxygène, vers les muscles.

Résultat: le sportif n'a plus besoin de respirer aussi vite.



## NOS EXPERTES



**MARIE JOSÉE MORNEAU**  
Physiothérapeute et ancienne judoka olympique



**MYRIAM PAQUETTE**  
Étudiante à la maîtrise en physiologie de l'exercice

## **ANNEXE 11**

Formulaire de consentement du  
vulgarisateur scientifique

Formulaire de consentement du jeune lecteur

## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DU VULGARISATEUR SCIENTIFIQUE

**Titre de la recherche :** Un modèle didactique de littérature de vulgarisation scientifique destinée à des jeunes lecteurs

**Chercheur :** Serge Gagnier, candidat au doctorat en didactique des sciences, Université de Montréal

**Directeur de recherche :** Marcel Thouin, professeur titulaire de didactique des sciences, Université de Montréal.

### A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

#### 1. Objectifs de la recherche

Cette recherche vise à élaborer un modèle de vulgarisation scientifique qui pourrait aider les vulgarisateurs scientifiques à s'appuyer sur les conceptions scientifiques<sup>1</sup> des lecteurs du primaire pour écrire des textes qui permettent aux élèves de réaliser un apprentissage scientifique.

#### 2. Participation à la recherche

La participation à cette recherche consiste à écrire deux textes (narratifs ou documentaires) de vulgarisation scientifique sur deux thèmes à préciser. Les textes ont chacun une longueur de deux feuillets (3 000 caractères). Vous pourriez être appelé à utiliser un modèle didactique pour encadrer les productions écrites attendues ou non. Dans tous les cas, vous serez le seul titulaire des droits d'auteur sur vos textes.

Il s'agira également de rencontrer de petits groupes d'élèves de cinquième année du primaire pour quatre entrevues de groupe de 60 minutes lors de deux journées d'école du printemps 2014. Ces entrevues porteront sur leurs connaissances scientifiques antérieures, leur cheminement tout au long de la lecture, leurs perceptions en lien avec les contenus véhiculés et les éléments qui se dégagent de cette activité de lecture. Si vous acceptez, ces entrevues seront filmées, puis transcrites. Il est également possible qu'on sollicite votre participation afin d'échanger avec quelques lecteurs sur leurs conceptions scientifiques avant la production d'un des textes.

Enfin, trois rencontres de 60 minutes avec le chercheur et l'autre vulgarisateur scientifique seront nécessaires avant l'écriture des textes et suite aux entrevues de groupes avec les élèves afin d'échanger sur les ajustements à apporter, de même que les éventuels apports et limites de ce modèle de vulgarisation scientifique en construction.

---

<sup>1</sup> Les idées qu'ils se font sur la science. Exemple : le Soleil tourne autour de la Terre parce que je vois le Soleil voyager dans le ciel tous les jours.

### 3. Confidentialité

Les textes produits dans le cadre de cette thèse seront publiés. Ces textes étant au cœur des informations qui permettront de suivre l'évolution des conceptions des lecteurs, vous consentez à ce que vous soyez identifié comme participant à cette recherche. Toutefois, aucun extrait filmé ne sera diffusé. Les entrevues seront transcrites et les enregistrements effacés. Les données recueillies seront traitées dans l'esprit de peaufiner le modèle didactique de vulgarisation scientifique et d'améliorer le maillage entre le domaine de la vulgarisation scientifique et celui de la didactique.

### 4. Avantages et inconvénients

En participant à cette recherche, vous pourrez contribuer à améliorer le maillage entre le domaine de la vulgarisation scientifique et celui de la didactique des sciences. Vous ne courez pas de risques particuliers et le seul inconvénient se limite au temps consacré à la participation à cette recherche.

### 5. Droit de retrait

Votre participation est entièrement volontaire. Vous êtes libre de vous retirer en tout temps, sur simple avis verbal, sans préjudice et sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur, au numéro de téléphone indiqué à la dernière page de ce document. Si vous vous retirez de la recherche, les données recueillies jusqu'au moment de votre retrait seront détruites.

### 6. Compensation

Afin de couvrir vos frais de déplacement, une compensation financière de vingt dollars (20 \$) vous sera versée après chacune des entrevues auxquelles vous participerez.

### 7. Diffusion des résultats

Les résultats de cette recherche de même que les textes produits feront l'objet de publications scientifiques dans différents périodiques et pourront être communiqués dans le cadre de congrès de recherche. Un cours résumé vulgarisé des résultats de recherche vous sera envoyé si vous en faites la demande en indiquant l'adresse courriel ou vous aimeriez qu'il vous soit transmis dans l'espace prévu à cet effet à la fin de ce formulaire.

### B) CONSENTEMENT

*Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur ma participation à la recherche et comprendre le but, la nature et les avantages de cette recherche. Après réflexion et un délai raisonnable, je consens librement à prendre part à cette recherche. Je sais que je peux me retirer en tout temps sans aucun préjudice, sur simple avis verbal et sans devoir justifier ma décision.*

Signature : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Oui Non

*Je consens à ce que les données codées recueillies dans le cadre de cette étude soient utilisées pour des projets de recherche subséquents de même nature, conditionnellement à leur approbation éthique et dans le respect des mêmes principes de confidentialité et de protection des informations*

*Je consens à ce que les entrevues auxquelles je participe soient filmées.*

*Je consens à ce que les textes produits soient publiés.*

Signature : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Je déclare avoir fourni toutes les informations concernant le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet et être disponible pour répondre à toute éventuelle question.

Signature du chercheur : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Si vous souhaitez recevoir un résumé vulgarisé des résultats de recherche, prière de nous laisser votre adresse courriel. Elle restera confidentielle et ne sera utilisée qu'à cet effet.

\_\_\_\_\_

Pour toute question relative à la recherche ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec Serge Gagnier (chercheur), au numéro de téléphone : (XXX) XXX-XXXX ou à l'adresse courriel : <XXX>

Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée, en toute confidentialité, à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone XXX ou à l'adresse courriel suivante: XXX (**l'ombudsman accepte les appels à frais virés**).

Pour toute information d'ordre éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet, vous pouvez contacter le coordonnateur Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche (CPER) par courriel : XXX ou par téléphone au XXX.

Pour plus d'information sur vos droits comme participants, vous pouvez consulter le portail des participants de l'Université de Montréal à l'adresse suivante :XXX. »

**Un exemplaire du formulaire d'information et de consentement signé m'a été remis.**

## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DU LECTEUR DU PRIMAIRE

**Titre de la recherche :** Un modèle didactique de littérature de vulgarisation scientifique destinée à des jeunes lecteurs

**Chercheur :** Serge Gagnier, candidat au doctorat en didactique des sciences, Université de Montréal

**Directeur de recherche :** Marcel Thouin, professeur titulaire de didactique des sciences, Université de Montréal.

### A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

#### 2. Objectifs de la recherche

Cette recherche vise à élaborer un modèle de vulgarisation scientifique qui pourrait aider les vulgarisateurs scientifiques à s'appuyer sur les conceptions scientifiques<sup>2</sup> des lecteurs du primaire pour écrire des textes qui permettent aux élèves de réaliser un apprentissage scientifique.

#### 3. Participation à la recherche

La participation de votre enfant à cette recherche consistera à lire un texte narratif ou documentaire de vulgarisation scientifique, à compléter un questionnaire avant et après cette lecture. Environ 90 minutes seront réservées pour cette première activité. La période de science hebdomadaire y sera consacrée. Pour l'occasion, elle sera déplacée le matin pour les cinq classes de cinquième année. La même journée, votre enfant rencontrera le chercheur et deux vulgarisateurs scientifiques impliqués dans l'écriture du texte pour une entrevue de groupe de 60 minutes. Cette entrevue portera sur ses connaissances scientifiques antérieures, son cheminement tout au long de la lecture, ses perceptions en lien avec les contenus véhiculés et les éléments qui se dégagent de cette activité de lecture. Si vous acceptez, l'entrevue sera filmée, puis transcrite. L'entrevue se déroulera pendant la période d'étude ou le cours optionnel. Des mesures spéciales seront prises afin de nous assurer qu'aucune nouvelle matière ne soit abordée pendant que les élèves participeront à cette activité de recherche.

Il est également possible qu'on sollicite uniquement la participation de votre enfant afin d'échanger avec un vulgarisateur scientifique sur des conceptions scientifiques entourant un phénomène scientifique. Les élèves sélectionnés au hasard au sein du groupe d'élèves rencontreront le vulgarisateur scientifique et échangeront sur leurs idées pendant environ 60 minutes. Ils n'auront ni questionnaire à remplir ni entrevue à réaliser suite à cette rencontre. L'activité se déroulera pendant une période d'étude un jour de classe.

---

<sup>2</sup> Les idées qu'ils se font sur la science. Exemple : le Soleil tourne autour de la Terre parce que je vois le Soleil voyager dans le ciel tous les jours.

### **3. Confidentialité**

Les renseignements fournis par votre enfant demeureront confidentiels. Aucun extrait filmé ne sera diffusé. Les entrevues seront transcrites et les enregistrements effacés. Les données recueillies seront traitées dans l'esprit de peaufiner le modèle didactique de vulgarisation scientifique et d'améliorer le maillage entre le domaine de la vulgarisation scientifique et celui de la didactique. Chaque participant à la recherche se verra attribuer un numéro et seul le chercheur aura les numéros des participants qui leur auront été attribués. De plus, les renseignements seront conservés dans un classeur sous clé situé dans un bureau fermé. Aucune information permettant d'identifier votre enfant d'une façon ou d'une autre ne sera publiée. Ces renseignements personnels seront détruits 7 ans après la fin du projet. Seules les données ne permettant pas de l'identifier seront conservées après cette date, le temps nécessaire à leur utilisation.

### **4. Avantages et inconvénients**

Votre enfant pourra contribuer à l'avancement des connaissances des vulgarisateurs scientifiques sur les conceptions scientifiques des lecteurs d'âge primaire et à l'amélioration des textes qui seront produits dans l'avenir. En participant à cette recherche, votre enfant ne cours pas de risques particuliers et le seul inconvénient se limite au temps consacré à la participation à cette recherche.

### **5. Droit de retrait**

La participation de votre enfant est entièrement volontaire. Il est libre de se retirer en tout temps, sur simple avis verbal, sans préjudice et sans devoir justifier sa décision. S'il décide de se retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur, au numéro de téléphone indiqué à la dernière page de ce document. Si votre enfant se retire de la recherche, les données recueillies jusqu'au moment de du retrait seront détruites.

### **6. Compensation**

En guise de compensation pour sa participation à cette recherche une journée de sciences lui sera offerte au laboratoire de l'école lors d'une journée pédagogique à déterminer. Des activités ludiques seront alors animées par le chercheur.

### **7. Diffusion des résultats**

Les résultats de cette recherche feront l'objet de publications scientifiques dans différents périodiques et pourront être communiqués dans le cadre de congrès de recherche. Un cours résumé vulgarisé des résultats de recherche vous sera envoyé si vous en faites la demande en indiquant l'adresse courriel ou vous aimeriez qu'il vous soit transmis dans l'espace prévu à cet effet à la fin de ce formulaire.

### **B) CONSENTEMENT**

*Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur la participation de mon enfant à la recherche et comprendre le but, la nature, les avantages de cette recherche. Après réflexion et un délai raisonnable, je consens à ce que mon enfant participe à cette étude. Je sais que mon enfant peut se retirer en tout temps, sur simple avis verbal, sans aucun préjudice et sans avoir à justifier sa décision.*



*Je consens à ce que les données codées recueillies dans le cadre de cette étude soient utilisées pour des projets de recherche subséquents de même nature, conditionnellement à leur approbation éthique et dans le respect des mêmes principes de confidentialité et de protection des informations.*      Oui      Non  
     

*Je consens à ce que les entrevues auxquelles je participe soient filmées.*           

Signature: \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Le lecteur participant :

*On m'a expliqué le projet de recherche et j'accepte d'y participer. Je sais que je peux me retirer en tout temps, sans avoir à donner de raison.*

Signature : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Je déclare avoir fourni toutes les informations concernant le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet et être disponible pour répondre à toute éventuelle question.

Signature du chercheur : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : Gagnier Prénom : Serge

Si vous souhaitez recevoir un résumé vulgarisé des résultats de recherche, prière de nous laisser votre adresse courriel. Elle restera confidentielle et ne sera utilisée qu'à cet effet.

\_\_\_\_\_

Pour toute question relative à la recherche ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec Serge Gagnier (chercheur), au numéro de téléphone : (XXX) XXX-XXXX ou à l'adresse courriel : <XXX>

Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée, en toute confidentialité, à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone XXX ou à l'adresse courriel suivante: XXX (**l'ombudsman accepte les appels à frais virés**).

Pour toute information d'ordre éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet, vous pouvez contacter le coordonnateur Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche (CPER) par courriel : XXX ou par téléphone au XXX.

Pour plus d'information sur vos droits comme participants, vous pouvez consulter le portail des participants de l'Université de Montréal à l'adresse suivante :XXX. »

**Un exemplaire du formulaire d'information et de consentement signé m'a été remis.**