

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

DES SCIENCES NATURELLES À L'ENGAGEMENT ÉCOCITOYEN :
CONCEPTION ET VALIDATION D'UN PROGRAMME
D'ÉDUCATION RELATIVE À L'ENVIRONNEMENT
EN MILIEU COLLÉGIAL

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

EMILIE BOULAY

JUILLET 2018

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche constitue avant tout un travail collaboratif auquel une grande diversité d'acteur.rice.s du milieu de l'éducation ont contribué. L'utilisation du pronom « nous » au sein de ce mémoire est justifiée par l'effort collectif consacré à chacune des étapes de cette recherche. J'ai eu la chance d'apprendre entourée de figures inspirantes du monde de l'éducation.

Tout d'abord, un remerciement tout particulier à ma directrice de maîtrise Lucie Sauvé qui fut d'une grande bienveillance pour faciliter mon passage dans le monde académique de l'éducation, mais avant tout d'une grande inspiration pour son engagement et sa contribution au développement du champ de l'éducation relative à l'environnement.

J'aimerais aussi offrir un immense remerciement aux principales collaboratrices de cette recherche: Gabrielle Normand et Mélissa Greene du GUEPE qui furent les premières à croire en ce projet et à m'accompagner dans cette aventure; Elizabeth Boyer du Collège Bois-de-Boulogne qui par sa confiance en moi, son engagement à chacune des étapes du projet et son courage à sortir des sentiers battus a contribué au déroulement de cette recherche.

Je tiens également à remercier chaleureusement chacun.e des intervenant.e.s ayant participé au programme *BiodiverCité* et ayant offert leur temps, leurs idées, leurs conseils et leurs passions afin d'inspirer une cinquantaine d'étudiant.e.s du collégial: Virginie Bachand-Lavallée du Centr'ERE; Nicolas Brown de McGill; Ariane Larocque et Philippe Proulx du CQDE; Félix Lorrain-Landry de l'UQAM; Cédric Lejeune et son équipe (Emmanuelle, Caroline, Christophe et Baptiste) de l'UdeM;

Ariane Malo-Sauvé du GUEPE; Samantha McBeth et Kim Mathieu de Parcs Canada; l'équipe du CRAPAUD de l'UQAM.

Mes remerciements vont également aux principaux organismes ayant offert nombre de ressources et du temps afin d'accueillir et de supporter ce projet: le GUEPE, le Collège Bois-de-Boulogne et le Centr'ERE.

Je souhaite aussi remercier mes professeur.e.s et collègues de la maîtrise en sciences de l'environnement qui m'ont aidée à cheminer tout au long de ce programme. Un merci tout particulier à ma collègue et amie Lila Benzid pour sa présence, ses conseils et son support au fil de nos projets.

Mes derniers remerciements et non les moindres vont à ma famille, mes ami.e.s et mon partenaire d'aventures qui m'ont soutenu.e.s dans les moments difficiles et qui ont célébré mes victoires. Je souhaite dédier ce projet à la mémoire de mon grand-père, Yves Bertrand, un homme de cœur qui m'a introduite aux beautés de la nature.

AVANT-PROPOS

D'où je viens, les plus belles classes ont été sans murs. Je ne peux pas penser à l'éducation sans penser aux multiples aventures que j'ai vécues la tête en plein air. Les moments m'ayant influencé en tant que personne et éducatrice sont ces randonnées en forêt, où nous étions attentifs aux cris des oiseaux et attaqués par les moustiques; ces plongées au fin fond des rivières à la recherche de nos poissons d'eaux douces; ces explorations du littoral marin en bottes de pluie; ces journées de terrain où tous les éléments s'acharnaient contre nous. Ayant été formée initialement dans le cadre d'un baccalauréat en biologie, mon intérêt pour l'éducation émane principalement de mes convictions personnelles, ainsi que d'expériences professionnelles.

Ma vision de l'éducation est aussi enracinée dans le champ de l'éducation citoyenne qui a été cultivé lors de mon passage en milieu collégial. Encore une fois, il s'agissait de cours en plein air, mais cette fois dans la rue. Le soulèvement étudiant et sociétal de 2012 au Québec m'a permis de faire mes premiers pas, en tant que citoyenne. Les six mois de grève que nous avons alors menée ont été la meilleure formation politique, éthique et critique que nous aurions pu avoir.

Ces éléments de mon parcours expliquent donc en partie pourquoi je me suis trouvée à construire un tel projet de recherche. Et c'est enfin ma rencontre plus récente avec le champ de l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté dans le cadre d'un programme de cycle supérieur à l'UQAM, qui a offert un contexte idéal pour poursuivre ma praxis en ce qui concerne l'arrimage entre l'éducation, la société et l'environnement. De tels projets m'habitent et me motivent à contribuer à cette dimension de l'éducation qui est pour moi fondamentale et inspirante.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iii
AVANT-PROPOS	v
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES FIGURES.....	xi
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii
LISTE DES ANNEXES.....	xv
RÉSUMÉ	xvii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
PROBLÉMATIQUE	
1.1 Une crise environnementale complexe.....	5
1.2 Une crise des institutions éducatives	7
1.3 « Comment vivre ICI ensemble? »	8
1.3.1 Enjeux pour l'éducation relative à l'environnement.....	8
1.3.2 L'ERE en contexte collégial	12
1.4 Enseignement des sciences et ERE.....	17
1.4.1 Divergence épistémologique	18
1.4.2 ERE et enseignement des sciences en milieu collégial	20
1.5 Axiologie de recherche	21
CHAPITRE II	
CADRE THÉORIQUE	
2.1 Éducation relative à l'environnement	24
2.1.1 Conceptions de l'environnement	24
2.1.2 Conceptions de l'éducation.....	25

2.1.3	Conceptions de l'éducation relative à l'environnement	28
2.1.4	Courants de l'éducation relative à l'environnement.....	30
2.2	Éducation à l'écocitoyenneté	33
	Engagement et identité	39
2.3	Éducation scientifique	40
CHAPITRE III		
MÉTHODOLOGIE : UNE DÉMARCHE DE RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT		
3.1	Type de recherche.....	43
3.2	Dimension collaborative.....	43
3.3	Contexte académique et groupe cible	45
3.4	Démarche de certification déontologique.....	48
3.5	Déroulement de la recherche	49
3.6	Stratégies de cueillette et d'analyse des données	50
	3.6.1 Diagnostic de la situation initiale	51
	3.6.2 Conception du programme <i>BiodiverCité</i>	54
	3.6.3 Validation du programme <i>BiodiverCité</i>	55
	3.6.4 Recommandations	59
CHAPITRE IV		
RÉSULTATS		
4.1	Diagnostic de la situation initiale	61
	4.1.1 Portrait des participant.e.s	62
	4.1.2 Contexte du cours 101-NYA-05	70
4.2	Planification du programme <i>BiodiverCité</i>	74
	4.2.1 Objectifs d'apprentissage.....	74
	4.2.2 Approches.....	76
	4.2.3 Stratégies et structure du programme <i>BiodiverCité</i>	78
4.3	Validation du programme	83
	4.3.1 Objectifs d'apprentissage.....	83
	4.3.2 Avantages	100
	4.3.3 Enjeux.....	108

4.4	Ajustements et recommandations	114
CHAPITRE V		
DISCUSSION GÉNÉRALE		
5.1	Retour sur les principaux résultats liés à la pédagogie	121
5.1.1	Compétences écocitoyennes.....	122
5.1.2	Motivation à apprendre	124
5.2	Retour sur la démarche de développement du programme	127
5.2.1	Enjeux liés au déploiement du programme	128
5.2.2	Apports du programme.....	134
5.3	Retour sur la démarche de recherche	136
5.3.1	Enjeux de la recherche	136
5.3.2	Limites de la recherche	139
5.3.3	Apports de la recherche.....	140
5.4	Poursuite et retombées du projet.....	142
CONCLUSION.....		145
ANNEXES		151
RÉFÉRENCES.....		303

x

LISTE DES FIGURES

FIGURE		Page
FIGURE 1.1	Enjeux et paradoxe de l'institutionnalisation de l'ERE	11
FIGURE 2.1	Schématisation du cadre théorique de la recherche	23
FIGURE 2.2	Les trois sphères d'interactions du développement personnel et social (Sauvé, 2000)	30
FIGURE 2.3	Courant naturaliste : approches et stratégies (d'après Sauvé, 2003)	31
FIGURE 2.4	Courant de la critique sociale : approches et stratégies (d'après Sauvé, 2003)	32
FIGURE 2.5	Enracinement des sciences dans un projet de société	42
FIGURE 4.1	Représentations de l'environnement dans les séries d'images mentales et les définitions fournies par les participant.e.s	64
FIGURE 4.2	Schématisation des sujets d'intérêt relatifs à l'environnement que les participant.e.s souhaitent aborder lors du programme <i>BiodiverCité</i>	65
FIGURE 4.3	Représentation de la situation pédagogique au sein du segment théorique du cours 101-NYA-05 (Inspiré de Legendre, 1993)	71
FIGURE 4.4	Représentation de la situation pédagogique au sein du segment pratique du cours 101-NYA-05 (Inspiré de Legendre, 1993)	73

FIGURE 4.5	Approches et stratégies pédagogiques retenues pour le programme <i>BiodiverCité</i>	77
FIGURE 4.6	Horaire initial du programme <i>BiodiverCité</i>	79
FIGURE 4.7	Réseau des questions interdisciplinaires reliés au transport d'hydrocarbure par oléoduc soulevés par les étudiant.e.s lors du programme	86
FIGURE 4.8	Acteurs et rapports de pouvoirs soulevés par les étudiant.e.s relativement aux problématiques environnementales	88
FIGURE 4.9	Un moment du débat sur le projet Énergie Est (Crédit photo : Emilie Boulay)	91
FIGURE 4.10	Moment de l'activité d'identification de macroinvertébrés (Crédit photo : Emilie Boulay)	96
FIGURE 4.11	Moment de l'activité de pêche à la senne (Crédit photo : Ariane Malo-Sauvé)	101
FIGURE 4.12	Moment de l'activité de pêche à la senne (Crédit photo : Pascal Lynch Caron)	107
FIGURE 4.13	Moment de l'activité d'échantillonnage de végétaux (Crédit photo : Emilie Boulay)	112
FIGURE 4.14	Moment du cours d'écologie (Crédit photo : Emilie Boulay)	115

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU		Page
TABLEAU 1.1	But, moyen et valeurs respectifs de l'ERE et l'ERS (Charland, 2008, p.48)	18
TABLEAU 2.1	Paradigmes socioculturels et éducationnels normatifs de Bertrand et Valois (1999, p.240)	26
TABLEAU 2.2	Trois perspectives complémentaires de l'ERE adaptées de Sauvé (1997)	29
TABLEAU 2.3	Diversité et complémentarité des savoirs relatifs aux compétences critique, éthique et politique en éducation relative à l'écocitoyenneté (Sauvé, 2013, p. 32)	36
TABLEAU 2.4	Conditions et propositions pédagogiques favorisant l'engagement individuel et collectif dans un contexte socio-environnemental, selon Chawla et Chusing (2007, p. 449, traduction libre)	38
TABLEAU 3.1	Matière du cours NYA « Évolution et diversité du vivant » intégrée dans le programme <i>BiodiverCité</i> (gris)	46
TABLEAU 3.2	Étapes et échéancier de cette recherche-développement	49
TABLEAU 3.3	Synthèse des objectifs ciblés, des participant.e.s et des stratégies de cueillette et d'analyse de données associées à chacune des étapes de la démarche méthodologique	51
TABLEAU 4.1	Programmes universitaires envisagés par les participant.e.s	63
TABLEAU 4.2	Engagements environnementaux antérieurs des participant.e.s	66
TABLEAU 4.3	Projets d'engagements environnementaux des participant.e.s	67
TABLEAU 4.4	Motivations des étudiant.e.s à participer au programme	68

BiodiverCité

TABLEAU 4.5	Approches retenues dans le cadre du programme d'activités (Sauvé, Villemagne et Orellana , 2003)	77
TABLEAU 4.6	Savoir-faire écocitoyen mobilisé pour la production du mémoire et pour la participation au débat	92
TABLEAU 4.7	Savoir-être environnemental, social et citoyen mobilisé lors du programme <i>BiodiverCité</i>	97
TABLEAU 4.8	Activités préférées des étudiant.e.s en fonction des caractéristiques justifiant l'intérêt	102
TABLEAU 4.9	Intérêts généraux des étudiant.e.s envers le programme <i>BiodiverCité</i>	103
TABLEAU 4.10	Avantages pédagogiques du programme <i>BiodiverCité</i>	108
TABLEAU 4.11	Enjeux pédagogiques relatifs à l'adoption d'approches alternatives	113
TABLEAU 4.12	Ajustements spécifiques à apporter au programme <i>BiodiverCité</i>	118

LISTE DES ANNEXES

Annexe		Page
A	Certificat d'accomplissement de la formation en éthique de la recherche (ETC2 : FER)	151
B	Certificat d'approbation éthique du comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM	153
C	Document de présentation du programme <i>BiodiverCité</i> adressé au Collège Bois-de-Boulogne	155
D	Document de présentation du programme <i>BiodiverCité</i> distribué aux étudiant.e.s du programme de sciences de la nature du Collège Bois-de-Boulogne lors du recrutement	163
E	Questionnaire 1 distribué aux étudiant.e.s	167
F	Grille d'observation participante	171
G	Questionnaire 2 distribué aux étudiant.e.s	173
H	Guide de discussion avec les étudiant.e.s	177
I	Guide d'entrevue avec les collaboratrices	179
J	10 devis d'activités du programme <i>BiodiverCité</i>	183
K	Cahier de terrain du programme <i>BiodiverCité</i>	201

RÉSUMÉ

Malgré les grands enjeux sociaux et environnementaux auxquels sont confrontées nos sociétés contemporaines, la plupart des institutions d'enseignement se sont jusqu'ici très peu engagées en matière d'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté (ERE.E). L'enseignement collégial ne fait pas exception à cette situation, alors qu'il constitue un milieu particulièrement pertinent pour discuter de citoyenneté et d'engagement avec les jeunes. Au regard d'une telle problématique, cette recherche, menée en collaboration avec le Collège Bois-de-Boulogne et l'organisme GUEPE, a pour but de contribuer au développement du champ théorique et pratique de l'ERE.E au collégial, spécifiquement dans le contexte de l'enseignement des sciences. Pour ce faire, l'objectif était de développer un programme portant sur les problématiques environnementales et s'intégrant dans le cursus collégial de sciences de la nature. Ce projet fut déployé en quatre étapes : 1) caractériser la situation initiale; 2) concevoir le programme; 3) valider celui-ci par une mise à l'essai auprès de deux groupes d'étudiant.e.s; 4) proposer des ajustements au programme et formuler des recommandations. Le programme a été conçu dans le cadre du cours de biologie 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant » et sa mise à l'essai a eu lieu auprès de 47 étudiant.e.s du Collège Bois-de-Boulogne en août 2016. Cette formation s'est inspirée des courants naturaliste et critique de l'ERE, en intégrant des approches expérientielle et interdisciplinaire, en lien avec le mode d'apprentissage par problème au sujet de questions vives.

Ce projet a permis de poursuivre le but que nous nous étions fixé, soit contribuer au développement d'un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s. Par ailleurs, nous avons repéré des indices de divers avantages pédagogiques de la démarche adoptée, tels que faciliter la compréhension de contenus scientifiques et permettre aux étudiant.e.s d'appréhender les réalités socio-écologiques de leur milieu. Certes, la conception et la mise à l'essai du programme ont impliqué des enjeux pédagogiques associés à l'intégration de l'étude de questions vives et de l'approche interdisciplinaire; ceux-ci doivent faire l'objet d'une discussion critique. Par ailleurs, les résultats de la recherche se limitent à un contexte particulier et ne peuvent être généralisés à l'ensemble du milieu collégial. Mais au bilan, le projet a permis de transmettre une proposition de formation validée en contexte, à des organismes du milieu éducatif formel et non-formel.

Mots clés: Éducation relative à l'environnement, éducation à l'écocitoyenneté, institutionnalisation, curriculum scientifique, enseignement collégial

INTRODUCTION

Le désengagement individuel et collectif face aux problématiques socio-environnementales constitue un enjeu central de la crise contemporaine. Cette situation reflète une lacune importante du système éducatif (Bertrand et Valois, 1999). Il semble que la plupart des institutions d'enseignement n'aient pas la motivation à former de futur.e.s citoyen.ne.s, et à ancrer l'école et les apprentissages dans un milieu de vie (Morin, 2014).

Dans ce contexte, des acteur.rice.s du milieu de l'éducation décrivent une crise éducationnelle (dont Bertrand et Valois, 1999; Morin, 2014) en lien avec diverses ruptures au sein du réseau « personne-groupe social-environnement » (Sauvé, 1997). Face à cette situation, l'éducation relative à l'environnement (ERE) vise la construction de savoirs (connaissances, savoir-être, savoir-faire, savoir-agir) dans des contextes écosociaux afin de stimuler un engagement critique et authentique (Sauvé, 2013). Cette dimension de l'éducation invite à se questionner sur les principes du vivre ensemble : comment « vivre ICI ensemble » (Sauvé, 2013). L'institutionnalisation d'un tel type de savoir soulève toutefois plusieurs défis autant en ce qui concerne la formation des enseignant.e.s et des professeur.e.s (Berryman, 2006-2007) que de la structure des curriculums et des institutions (Salomon, 2006-2007).

À travers les années, l'ERE a réussi à se tailler une place majoritairement dans les programmes de formation en sciences puisque les enseignant.e.s et les professeur.e.s y voient une ouverture intéressante pour examiner et discuter de phénomènes qui font appel à une approche scientifique (Sauvé, Brunelle et Berryman, 2005). Divers auteurs s'intéressant aux curriculums de sciences naturelles (dont Albe, 2009 ; Bader,

2005) observent également que l'activité et le savoir scientifique devraient être aussi des créneaux d'engagement social. Il est temps, selon eux et elles, de revoir les formations scientifiques trop souvent déracinées du contexte socio-écologique, afin d'y introduire une éducation citoyenne (Hansotte, 2004) et une éducation relative à l'environnement (Sauvé, 2013). Cependant, l'intégration entre elles de l'ERE et de l'éducation scientifique peut entraîner des discordances épistémologiques. La vision positiviste des sciences transmises par plusieurs enseignant.e.s et professeur.e.s fait obstacle aux valeurs portées par l'ERE (Charland, 2008). Cette dernière est basée sur le respect, la responsabilité, l'engagement et la solidarité, alors que l'enseignement des sciences se fonde généralement sur l'objectivité, la rationalité, la rigueur et la reproductibilité (Charland, 2008).

Répondant à une telle problématique, nous désirons contribuer au développement du champ théorique et pratique de l'éducation relative à l'environnement dans le contexte de l'enseignement des sciences, spécifiquement en milieu collégial. Cette recherche consiste à réaliser et valider un programme de formation permettant d'enrichir le cursus collégial de sciences de la nature par l'apport d'une dimension environnementale et écocitoyenne. Le but du programme d'activités, que nous avons nommé *BiodiverCité*, est de contribuer au développement d'un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s du programme ciblé.

Le projet a été conçu selon une démarche de recherche-développement de type collaborative. Les deux principaux collaborateurs sont le Collège Bois-de-Boulogne et le Groupe uni des éducateurs-naturalistes et professionnels en environnement (GUEPE). La démarche adoptée pour cette recherche a consisté premièrement à effectuer un diagnostic de la situation initiale afin de développer en second lieu un programme tenant compte de ces résultats, et ce, dans une dynamique de travail collaboratif avec des praticiennes du milieu. La troisième étape a consisté à mettre à l'essai le programme d'activités afin de valider celui-ci au regard de sa pertinence

contextuelle, de l'intérêt soulevé par les étudiant.e.s, de l'atteinte des objectifs d'apprentissage, ainsi que des enjeux, des avantages et des limites liés au développement du projet. Lors de cette étape, le programme *BiodiverCité* a été expérimenté à deux reprises auprès de deux groupes totalisant 47 étudiant.e.s du Collège Bois-de-Boulogne en août 2016, et ce, dans le cadre du cours de biologie 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant ».

La dernière étape a permis d'émettre des suggestions d'ajustement pour le programme *BiodiverCité* et des recommandations pour l'intégration de l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté (ERE.E) à l'enseignement des sciences. Pour ce faire, nous avons eu recours à l'observation participante, à des questionnaires, des groupes de discussion et des entrevues. Les données colligées ont été analysées selon une démarche d'analyse inductive par thématiques ou par catégories conceptualisantes (Paillé et Mucchielli, 2012).

Dans ce mémoire, nous présenterons d'abord la problématique et le contexte de cette recherche, soit l'institutionnalisation de l'ERE.E en milieu collégial (chapitre I). Par la suite, nous aborderons le cadre théorique de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation à l'écocitoyenneté et de l'enseignement des sciences, tel que nous l'avons adopté en amont de la recherche et nous clarifierons ensuite l'axiologie qui a fondé notre travail (chapitre II). Puis, le chapitre III explicitera la méthodologie utilisée, soit le type de recherche, le groupe cible ainsi que les stratégies de cueillette et d'analyse de données. Suivra le chapitre 4 présentant les résultats obtenus au regard de chacune des étapes de notre recherche. Finalement, le chapitre V consistera en une discussion générale sur les enjeux et les apports du programme d'activités de formation et ceux de la recherche, ainsi que sur les retombées de ce projet.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

Cette recherche se situe à l'intersection de plusieurs problématiques socio-environnementales contemporaines auxquelles sont confrontées nos sociétés. Dans ce chapitre, nous situerons notre projet d'abord dans un cadre plus global pour ensuite aborder les problématiques liées au contexte spécifique de notre recherche.

1.1 Une crise environnementale complexe

La crise écologique actuelle caractérise notre époque. Les changements climatiques, la perte de biodiversité et le déséquilibre des cycles biogéochimiques constituent des problématiques centrales. De toutes parts, les scientifiques décrivent ces phénomènes ainsi que leurs répercussions présentes et futures sur les écosociosystèmes (Barnosky et coll., 2012; Rockström, 2009; Steffen et coll., 2015). Notre époque géologique est décrite comme étant celle de l'anthropocène où les activités humaines ont évolué jusqu'à devenir des forces considérables qui modifient les grands systèmes terrestres de notre planète (Crutzen, 2006). Les concepts de « changement » et de « perturbation » se trouvent au cœur de ces problématiques. En fait, cette situation confirme l'idée que les écosystèmes ne sont pas des entités figées dans le temps, mais plutôt des systèmes dynamiques, ouverts et évoluant au gré des perturbations (Parrott et Meyer, 2012). De surcroît, les systèmes climatiques et écologiques globaux se rapprochent dangereusement de points de basculement. Au-delà de ces seuils, il existe une forte probabilité que les grands systèmes planétaires changeront d'état et altéreront négativement la qualité de vie, voire la survie de plusieurs espèces, dont l'humain (Steffen et coll., 2015).

Toutefois, l'analyse de la situation ne peut s'arrêter simplement à la dimension écologique. Une réflexion interdisciplinaire et holistique s'avère essentielle afin de considérer l'ensemble des causes et des conséquences sociales, économiques, culturelles et politiques. Plutôt que de se limiter au concept de « crise écologique », il serait plus juste de parler de « crise socio-écologique » ou « crise environnementale ». D'ailleurs, plusieurs auteur.e.s soulèvent la nécessité de considérer le concept d'« injustice environnementale » parmi les éléments de cette crise (Adeola, 2000; Donohoe, 2003; Duro et Teixidó-Figueras, 2013; Martin, 2013; Schlosberg, 2004; Carruthers, 2008). Notamment, les pays possédant une plus grande empreinte écologique *per capita* sont ceux qui seront les moins vulnérables à long terme à l'égard des changements climatiques (Duro et Teixidó-Figueras, 2013; Mendelsohn, Dinar, et Williams, 2006). Des sécheresses, des inondations et bien d'autres frapperont de façon beaucoup plus fréquente les pays de l'hémisphère Sud (Martin, 2013). Par ailleurs, beaucoup de ces pays se trouvent dans des situations sociales, économiques et environnementales précaires, et sans appui de la part des pays occidentaux dont les modes de développement ont largement contribué à ces problèmes. En effet, ces pays possèdent un pouvoir économique majeur, ce qui leur permet d'exercer un contrôle politique, économique, social et environnemental sur les pays du Sud (Adeola, 2000). Ce pouvoir est aussi entretenu par une dette que plusieurs pays du Sud doivent rembourser à certains pays occidentaux et à des organisations internationales, telles que la Banque mondiale. Cette dette peut constituer jusqu'à 100 à 200% du PIB annuel de certains pays (Donohoe, 2003). Il s'agit d'une situation pratiquement insurmontable qui positionne les pays du Sud dans un statut de soumission au règne occidental.

Selon Bertrand et Valois (1999), le modèle socioculturel des pays occidentaux relève d'un paradigme « industriel »¹. Ce paradigme est défini par des relations individualistes, des intérêts économiques prioritaires, une relation à la nature basée sur des valeurs de domination et d'exploitation, et un mode de connaissance rationnel, positiviste et instrumental (Bertrand et Valois, 1999). Ce portrait met en évidence les fondements de cette dynamique mondiale d'exploiteurs-exploités.

Or, les institutions éducatives constituent des leviers politico-économiques puissants pour forger l'organisation sociale et perpétuer le paradigme socioculturel prédominant. Bertrand et Valois (1999) se sont particulièrement intéressés à cette situation et soulignent le pouvoir que détient l'État sur les organisations éducatives.

1.2 Une crise des institutions éducatives

« Pourquoi éduquer? » Cette question constitue un enjeu crucial dans la déroute éducative actuelle. Les sociétés occidentales ont généralement perdu de vue les objectifs et la raison d'être de l'éducation (Blais, Gauchet et Ottavi, 2013). En effet, les institutions d'enseignement ne semblent pas porter cette motivation à former des personnes à vivre ensemble et à ancrer l'école et les savoirs dans un milieu de vie (Morin, 2014). Hansotte (2004) décrit aussi cette situation comme une forme de piège où « les dispositifs concrets trahissent leur mission fondamentale, se dévoient ou se sclérosent et se retournent contre les citoyens. » On reconnaît que les organisations éducatives, comme mentionnées précédemment, sont influencées par le paradigme socioculturel prédominant.

En effet, l'organisation éducative que ce soit une école, un collège ou une université, est régie par un ensemble de lois et de règlements qui sont

¹ Ce paradigme est l'un des éléments d'une typologie visant à analyser les structures au fondement des sociétés. Le concept de paradigme socioculturel (dont le paradigme industriel) est défini comme « un ensemble de généralisations symboliques, de conceptions, de croyances, de valeurs et de techniques conçues comme exemplaire » (Bertrand et Valois, 1999, p.57).

approuvés ou imposés par des institutions extérieures. [...] Ces lois et règlements signalent les préférences d'une élite sociale, économique et politique ou communiquent celles d'une classe sociale détenant le pouvoir. (Bertrand et Valois, 1999, p.24)

Cependant, bien que la société et l'État détiennent le pouvoir de déterminer les buts et objectifs des organisations éducatives, les professeur.e.s et les enseignant.e.s peuvent toujours faire le choix d'entreprendre un projet éducatif « radicalement opposé » (Bertrand et Valois, 1999).

1.3 « Comment vivre ICI ensemble? »

Dans cette perspective, l'éducation relative à l'environnement (ERE) offre un projet éducatif alternatif. Cette dimension de l'éducation se préoccupe particulièrement de prévenir ou de réparer les ruptures au sein du réseau « personne-groupe social-environnement » et se questionne sur les principes du « vivre ICI ensemble » (Sauvé, 2013). Un tel projet rencontre toutefois plusieurs défis de déploiement puisqu'il invite à une analyse critique, éthique et politique du contexte socio-environnemental. De plus, il s'insère dans un champ déjà défendu par plusieurs acteur.rice.s politiques et économiques de la sphère nationale et internationale.

1.3.1 Enjeux pour l'éducation relative à l'environnement

C'est ainsi que le « développement durable », malgré ses intentions vertueuses, constitue une première limite au plein déploiement de l'ERE. En fait, ce concept se trouve actuellement au centre des nouvelles politiques environnementales et éducatives (Organisation des Nations Unies, 2017; Gouvernement du Canada, 2017; Gouvernement du Québec, 2017a). Dans son nouveau programme de développement durable, l'UNESCO a présenté l'éducation comme l'un de ses principaux objectifs visant à « éliminer la pauvreté par le développement durable d'ici à 2030 ». L'une des cibles est l'« éducation à la citoyenneté au service du développement durable ». Il s'agit certes d'un programme intéressant d'un point général puisqu'il y est discuté de

la promotion d'une culture de la paix, d'égalité des sexes et des droits de l'Homme. Néanmoins, cette cible impose à l'ensemble des pays la visée d'une citoyenneté au service du développement durable alors qu'il s'agit d'un concept occidental et théoriquement confus. Dans une perspective critique, il serait nécessaire de se questionner sur la pertinence du développement durable comme un projet sociétal et éducationnel réellement souhaitable. Sur la scène de gouvernance actuelle, il s'agit généralement d'un développement axé sur la sphère économique (Sauvé et Bader, 2011) et ayant pour but la croissance soutenue (Sauvé et Asselin, 2017).

De surcroît, le flou théorique de ce concept fait partie de ses défauts majeurs. Les critiques politiques, éthiques, sociales, économiques et écologiques portées par l'ERE finissent par être désamorçées et égarées au sein du champ lexical de la « durabilité » (Jickling, 1998-1999). Néanmoins, les défenseur.se.s de l'EDD soulignent son caractère polyvalent puisqu'il intègrerait selon eux plusieurs projets éducatifs, dont celui de l'éducation relative à l'environnement (Sauvé et Bader, 2011).

De façon générale, Sauvé (2015) expose cinq grands défis pour l'ERE:

- 1) l'examen critique des cadres de référence idéologiques qui influencent l'action éducative, dont celui du développement durable;
- 2) le développement de politiques publiques favorisant le croisement entre éducation et environnement;
- 3) l'écologisation des institutions d'enseignement à travers les curricula et les modes de vie et de gestion;
- 4) la formation des éducateurs des milieux formels et non formels;
- 5) le soutien à la recherche interdisciplinaire et intersectorielle.

Plusieurs de ces enjeux s'articulent autour de l'intégration de l'ERE au sein des institutions d'enseignement. D'ailleurs, l'institutionnalisation de l'ERE constitue pour certain.e.s agent.e.s de l'ERE une condition primordiale au déploiement de ce champ éducatif. Toutefois, Thomas Berryman (2006-2007) s'interroge sur le risque d'institutionnaliser une éducation qui intensifierait « des relations dominatrices entre

les êtres humains et entre les êtres humains et la nature ». Cette réflexion ouvre la porte à un ensemble d'enjeux entourant l'institutionnalisation de l'ERE.

L'ERE a rencontré et rencontre encore plusieurs difficultés à porter ses idées et ses pratiques dans le cadre formel de l'éducation et à s'arrimer au curriculum scolaire (Sauvé, Brunelle et Berryman, 2005). En fait, cette dimension de l'éducation s'est surtout développée jusqu'ici dans le milieu non formel (organismes communautaires, groupes citoyens, et autres).

Le Québec a connu une émergence considérable de l'ERE entre les années 80 et 90 avec la mise sur pied du Service d'éducation relative à l'environnement au sein du ministère de l'environnement du gouvernement du Québec (Sauvé, Brunelle et Berryman, 2005). Cette première initiative gouvernementale a ensuite donné lieu à la création d'un Comité interministériel d'éducation relative à l'environnement. Malheureusement, ces structures de soutien ont disparu au milieu des années 90 en raison d'un manque de budget et d'intérêt de la part des instances gouvernementales. Cette niche fut remplie par la suite par des objectifs et des projets reliés à l'éducation au développement durable (Sauvé, Brunelle et Berryman, 2005).

À ce jour, plusieurs barrières restent à franchir afin d'intégrer de façon formelle l'ERE aux institutions éducatives. Berryman (2006-2007) décrit notamment les défis de l'institutionnalisation de l'ERE dans la formation initiale des enseignant.e.s du primaire. D'une part, la rareté des dispositifs de formation en ERE constitue une première limite. Ainsi, la plupart des professeur.e.s et enseignant.e.s ne sont pas formé.e.s pour faire de l'ERE et l'espace d'intégration dans leurs programmes de formation n'est pas disponible, en raison d'autres priorités perçues par les décideurs. L'institutionnalisation de l'ERE est aussi confrontée à des divergences paradigmatiques puisque les acteur.rice.s du milieu ne partagent pas les mêmes valeurs et la même vision de l'éducation. « Au-delà d'une simple passivité ou d'une inertie de l'institution et de ses acteur.rice.s, il y aurait des résistances ouvertes et

affichées, il y aurait des territoires défendus » (Berryman, 2006-2007). D'autre part, l'autorité et l'autorisation constituent également des enjeux majeurs. En fait, les enseignant.e.s/professeur.e.s, les institutions d'enseignement et le gouvernement incarnent des figures d'autorité dans le processus d'institutionnalisation. Ces personnes peuvent être à la fois des catalyseurs essentiels pour l'implantation de l'ERE ou des inhibiteurs de projet (Berryman, 2006-2007). Berryman (2006-2007) soulève aussi des problèmes reliés à l'aspect contraignant que pourrait constituer l'institutionnalisation de l'ERE.

Tant pour la mise en place et la survie des dispositifs que pour les activités de formation s'y déroulant, les lois, les programmes, les curricula et les normes peuvent en quelque sorte devenir des « lames à deux tranchants ». Si ces derniers font une certaine « autorité » et dès lors « autorisent », leur existence oriente le travail et le contraint. (Ibid, p.148)

Le milieu de l'enseignement formel peut effectivement s'enfermer dans un cadre trop rigide pour l'implantation de l'ERE (figure 1.1). La structure des programmes et même les infrastructures créent des entraves majeures pour l'inclusion d'approches ou de stratégies d'apprentissage nécessitant un encadrement plus flexible.

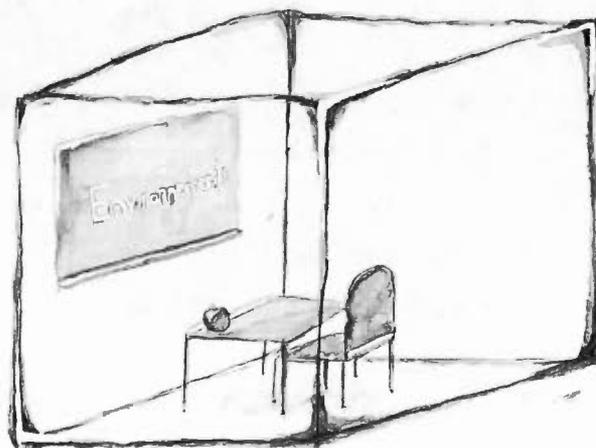


FIGURE 1.1 Enjeux et paradoxes de l'institutionnalisation de l'ERE

Au-delà du programme éducatif, il s'agirait de revoir aussi la structure des institutions. Salomone (2006-2007) appelle à une « cohérence entre finalités, contenus et organisations du système éducationnel ». Un objectif exigeant, mais aussi fondamental afin d'assurer une éducation relative à l'environnement qui soit authentique et cohérente. Ainsi, il faudrait repenser l'ensemble des éléments des situations d'apprentissage, soit la relation entre sujet et agent.e, les espaces physiques où se déroulent les apprentissages, le partenariat avec des acteur.rice.s du milieu extérieur, « le réinvestissement des concepts appris au niveau du territoire », etc. (Salomone, 2006-2007).

Ces enjeux se retrouvent dans différents milieux institutionnels. Sauvé (2001) souligne les défis rencontrés par des enseignant.e.s du secondaire intégrant l'ERE dans leurs cours. Le manque de temps et la surcharge de travail sont des problèmes fréquemment rencontrés. Lorsqu'il s'agit d'aller à contre-courant du système, les tâches deviennent encore plus accaparantes qu'elles le sont déjà. D'ailleurs, plusieurs de ces enseignant.e.s entreprennent ces tâches par motivation personnelle puisqu'elles ont à faire des heures non comptabilisées pour des projets qui ne seront pas nécessairement reconnus par leurs pairs (Sauvé, 2001). Une solution serait de développer des partenariats avec d'autres collègues ou des organismes externes. Toutefois, Sauvé (2001) souligne l'aspect exigeant du travail collaboratif si le but est de créer « une dynamique de communauté d'apprentissage ». En somme, l'ensemble des enjeux précédemment soulevés constitue un état des lieux contraignant pour le déploiement de l'ERE dans plusieurs milieux formels. Cette recherche abordera particulièrement la situation des institutions collégiales.

1.3.2 L'ERE en contexte collégial

En premier lieu, notre recension d'écrits a permis de confirmer qu'il existait peu de recherches s'étant penchées sur l'ERE au collégial et spécifiquement sur l'enseignement des sciences. Nous présenterons dans les prochains paragraphes les

quelques recherches que nous avons repérées dans ce champ, dont Bonin (2006) et Bernard et Thibeault (2009), et dont nous avons retenu des réflexions et des conclusions permettant d'enrichir le cadre contextuel de notre recherche. Toutefois, aucune de ces recherches ne s'est spécifiquement penchée sur les conditions favorisant le développement de compétences écocitoyennes des jeunes du collégial. Ce milieu constitue donc un champ de recherche encore très pertinent à explorer pour l'intégration de l'éducation relative à l'environnement et l'écocitoyenneté.

À cet égard, il faut signaler que l'ERE n'est pas une composante obligatoire de la formation collégiale québécoise (Gouvernement du Québec, 2016b). Néanmoins, nous notons une visée convergente entre l'ERE et le programme de formation collégial : « former l'élève [sic] à vivre en société de façon responsable ». Bien que peu définie, la compétence de la responsabilité est présentée comme suit selon le Ministère :

L'élève exerce son rôle de citoyen responsable et agit en adoptant des attitudes et des comportements souhaitables sur le plan social comme sur le plan démocratique. Il fait preuve d'éthique et d'intégrité, exerce son jugement critique et s'engage pleinement sur le plan personnel, social et professionnel. Autonome et organisé, l'élève respecte ses engagements. (Ibid, p.3)

Il s'agit d'une ouverture pertinente pour l'introduction de la citoyenneté et du même coup, de l'écocitoyenneté. Toutefois, la mise en œuvre de cette visée reste à la discrétion des établissements collégiaux et du personnel enseignant. Les professeur.e.s ne sont donc pas nécessairement formé.e.s ou encouragé.e.s à mobiliser ces compétences dans leurs cours.

À ce sujet, une équipe de chercheur.se.s du Cégep de St-Hyacinthe s'est intéressée à l'intégration de l'ERE en milieu collégial. Bernard et Thibeault (2009) ont interrogé plus de 400 professeur.e.s collégiaux à travers le Québec afin de « recenser tout ce qui se fait au chapitre de l'ERE au niveau collégial à l'échelle de la province » et «

identifier les enseignantes et enseignants qui souhaitent partager leur expertise en ERE ». Les résultats de cette recherche ont montré que plus de la moitié (54.9%) des répondant.e.s n'entreprenaient pas d'« activités pédagogiques à teneur environnementale ». De plus, pour les professeur.e.s intégrant des activités d'ERE, leur motivation serait majoritairement (60%) portée par des intérêts personnels. Ce résultat appuie l'idée que les professeur.e.s sont au cœur des organisations éducatives par leurs projets, leurs désirs et leurs actions (Bertrand et Valois, 1999). Il s'agit d'un aspect que nous avons aussi repéré lors d'une entrevue pré-enquête, effectuée avec un professeur du programme de sciences de la nature au Cégep de Saint-Hyacinthe intéressé à faire de l'ERE dans ses cours.

J'avais un intérêt envers l'environnement et les problèmes environnementaux. J'ai étudié en biologie, en éducation et en environnement et j'ai pu intégrer tout ça. C'est pour cette raison que c'est plus facile pour moi d'en parler durant mes cours en comparaison à un parcours seulement en laboratoire. (Extrait de l'entrevue pré-enquête)

Le bagage et la formation des professeur.e.s sont certes des éléments centraux qui contribuent à motiver ces personnes à développer l'ERE au sein de leurs cours. Toutefois, pour ceux et celles qui ne détiennent pas cette formation en environnement ou même en ERE, le développement d'une trousse d'approches et de stratégies pédagogiques pourrait certainement constituer un soutien essentiel. L'étude de Bernard et Thibeault (2009) confirme aussi cette idée puisque 60% des professeur.e.s sollicitent des outils pédagogiques afin de les aider à introduire ou consolider des stratégies pédagogiques à teneur environnementale.

Au-delà de la formation du personnel enseignant, plusieurs autres enjeux spécifiques au milieu collégial sont à relever. Patrick Bonin (2006) présente certains de ces défis à la suite d'un projet de recherche-action effectuée en collaboration avec le Cégep Sorel-Tracy. Parmi ces enjeux, nous retrouvons les contraintes entourant l'insertion d'activités d'ERE dans des plans cours déjà bien chargés en matière. Dès lors, un

temps limité est disponible pour intégrer l'ERE, d'autant plus que les activités doivent s'insérer dans des périodes de cours de deux ou trois heures (Bonin, 2006). Par ailleurs, l'auteur signale que la pérennité de certaines des activités est restreinte par l'absence de subventions externes.

En revanche, cette étude révèle un élément pouvant faciliter l'institutionnalisation de l'ERE, soit la certification « Cégep Vert du Québec » développée par *Environnement Jeunesse* (ENJEU) (Bonin, 2006). Il s'agit d'une certification visant à favoriser l'engagement de la population collégiale, tant étudiante que professionnelle, afin d'intégrer l'éducation relative au développement durable et la gestion durable dans les institutions collégiales (ENJEU, 2017). La certification est basée sur plusieurs objectifs que les établissements doivent atteindre afin d'obtenir ou de conserver leur statut de « Cégep Vert du Québec ». L'un d'eux est d'« intégrer l'environnement dans le cursus scolaire d'au moins deux (2) cours, dans deux (2) départements » (ENJEU, 2017). Lors de l'année 2015-2016, cette certification a été remise à 27 établissements collégiaux (ENJEU, 2017). Il s'agit d'un sujet qui a aussi été mentionné lors de notre entrevue avec le professeur du Cégep de Saint-Hyacinthe :

C'est souvent le travail des porteurs de projets d'aller sensibiliser la direction. Toutefois, avec la certification « Cégep Vert », les directeurs, sans le savoir, n'ont pas le choix d'être d'accord [d'intégrer des projets d'ERE] afin de garder leur accréditation, ce qui est un avantage. (Extrait de l'entrevue pré-enquête)

Par ailleurs, cette entrevue a permis d'énoncer d'autres enjeux d'intégration de l'ERE. Certes, selon ce professeur, les agent.e.s du milieu collégial détiennent une certaine flexibilité quant au contenu de leur cours puisqu'elles peuvent les ajuster à leurs intérêts et compétences. Cependant, le développement de nouveaux projets pédagogiques se ferait avec inertie puisque cela implique de former des technicien.ne.s de laboratoire, d'acquérir de nouveaux matériels, d'obtenir l'approbation de la direction du programme et de l'établissement, etc. Le professeur a

aussi souligné les enjeux entourant la cote de rendement collégial (*cote R*) qui entretiendrait une culture de compétitivité et de performance. La *cote R* dévierait, selon lui, l'intérêt des étudiant.e.s vers les évaluations plutôt que sur les apprentissages.

En même temps, le système étant comme il est, pour entrer dans certains programmes à l'université, ça prend une très bonne *cote R*, donc c'est ce système qui encourage les dérives comportementales. S'il n'y avait pas cette exigence pour entrer dans des programmes très contingentés, je pense que les étudiants ne seraient pas aussi compétitifs. Je pense qu'on vit un peu le problème qui est associé aux dérives du système. (Extrait de l'entrevue pré-enquête)

La *cote R* est un système qui a été développé afin de sélectionner les étudiant.e.s lors de leur admission dans des programmes universitaires et principalement ceux contingentés pour les admissions (Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec - CRÉPUQ, 2013). Elle « combine pour chaque cours suivi par un étudiant, deux informations : un indicateur de la position de cet étudiant en fonction de la note obtenue dans son groupe (la *cote Z*) et un indicateur de la force relative de ce groupe » (CRÉPUQ, 2013). Bien entendu, d'un point vu strictement fonctionnel, il s'agit d'un système efficace. Toutefois, selon la typologie développée par Bertrand et Valois (1999), il s'agirait d'un système d'évaluation contribuant à entretenir un paradigme rationnel de l'éducation où l'évaluation est principalement basée sur la comparaison, la réussite, l'efficacité, les tests standardisés, ainsi que l'objectivité et la justice. Sur ce dernier point, Blais, Gauchet et Ottavi (2013) critiquent fortement cette idée de justice et d'égalité des chances considérant les inégalités sociales qui se trouvent sous ce système. Une grande diversité de facteurs peut affecter le degré de "réussite" des étudiant.e.s, telles que la culture, la famille, le genre, le degré d'ambition, le réseau de relations et l'accès à l'information (Blais, Gauchet et Ottavi, 2013). Ainsi,

Les systèmes éducatifs contemporains auraient beaucoup à gagner d'une plus grande précision des principes sur lesquels ils reposent, d'une meilleure définition des objectifs qui leur sont assignés, et d'un examen critique des modalités de leur réalisation. (Blais, Gauchet et Ottavi, 2013)

Ces conclusions offrent des pistes de réflexion très intéressantes pour notre recherche. Nous tenterons maintenant d'aller plus en profondeur dans l'examen du programme pré-universitaire de sciences de la nature. En effet, les curriculums scientifiques constituent à la fois des chemins à fréquenter et déjà fréquentés pour l'implantation de l'ERE, ainsi que des milieux d'intégration impliquant de multiples enjeux pédagogiques.

1.4 Enseignement des sciences et ERE

D'après l'étude de Sauvé, Brunelle et Berryman (2005) portant sur l'analyse des politiques nationales d'ERE de certains pays (Royaume-Uni, Bolivie, France, Cuba, Brésil et Colombie) et du Québec, l'environnement est particulièrement abordé dans les cours de sciences et technologies. Toutefois, plusieurs auteur.e.s présentent l'état de l'enseignement des sciences comme étant actuellement en « crise » (Brown et Ryoo, 2008; Hurd, 2002; Legardez et Simonneaux, 2006; Price et McNeill, 2013). Le manque d'interdisciplinarité et de mise en contexte des apprentissages scientifiques figure parmi les problèmes les plus fréquemment signalés. Price et McNeill (2013) conçoivent que les programmes de sciences devraient être plus vivants (*lived science curriculum*) afin de favoriser l'intérêt des élèves pour la matière et leur permettre de donner un sens à leurs apprentissages. Ces auteur.e.s déplorent que les apprenant.e.s ne voient en la science que des formules et des modèles. D'ailleurs, l'omniprésence du paradigme positiviste dans le champ de l'enseignement des sciences contribue à détacher la matière du contexte social, politique, économique et environnemental qui l'entoure.

1.4.1 Divergence épistémologique

L'arrimage de l'enseignement des sciences et de l'ERE soulève généralement une discordance épistémologique fondamentale. Patrick Charland (2008) observe que l'ERE et l'éducation relative aux sciences (ERS) possèdent respectivement des valeurs, des buts et des finalités divergentes (Tableau 1.1).

D'une part, l'enseignement des sciences se fonde sur l'objectivité et mise sur la rationalité et la rigueur dans la recherche du savoir scientifique. D'autre part, cette vision ne reconnaît pas les valeurs de responsabilité et d'engagement portées par l'ERE où l'attachement du sujet à l'objet est essentiel (Charland, 2008). L'une des étapes pour en arriver à une intégration de l'ERE et de l'ERS serait d'approfondir cette critique de l'objectivité de la science (Charland, 2008). De plus, il faudrait déconstruire l'idée que la science offre le seul type de savoir valable au sein de la société.

TABLEAU 1.1 But, moyen et valeurs respectifs de l'ERE et l'ERS
(Charland, 2008, p.48)

	ERE	ERS
BUT	Optimaliser le rapport à l'environnement.	Optimaliser la compréhension du monde naturel, social et humain.
MOYEN	L'intégration de savoirs, savoir-faire et savoir-être dans un savoir-agir à l'égard du réseau des relations entre les personnes, les groupes sociaux et l'environnement.	Le développement de savoirs, savoir-faire et savoir-être propres à la démarche scientifique d'appréhension du monde, dont l'environnement.
VALEURS	Respect, responsabilité, engagement, solidarité, etc.	Objectivité, rationalité, rigueur, reproductibilité, etc.

Or, il s'agit là d'une vision qui est fréquemment rencontrée dans le milieu de l'enseignement des sciences. À ce sujet, lors de notre entrevue pré-enquête, nous avons noté certains arguments liés à cette position.

Une grande part du débat sur l'environnement est accaparée par des environnementalistes, ce qui fait perdre un peu de crédibilité aux enjeux environnementaux. La science est aussi attaquée dans cette situation, ce qui lui fait perdre de ses lettres de noblesse. À mon avis, pour faire avancer les dossiers environnementaux, ce serait préférable de les appuyer sur de la recherche empirique et crédible et pas juste sur des pensées ou des valeurs même si ce sont des valeurs que je partage. (Extrait de l'entrevue pré-enquête)

Il s'agit d'une réflexion qui devra être tenue en compte dans le contexte de l'intégration de l'ERE à l'enseignement des sciences. La rigueur scientifique est certes un élément exigeant et essentiel dans le contexte des sciences de l'environnement. En fait, il ne s'agit pas de l'éjecter ou de la discréditer, mais plutôt de la considérer dans une approche interdisciplinaire en vue d'une meilleure compréhension des situations. De plus, il est nécessaire de valoriser le croisement d'une pluralité de savoirs, tels que les savoirs scientifiques, les savoirs d'expérience, les savoirs traditionnels, et les savoirs de sens communs (Sauvé, 2010). Au regard de ce qui précède, il serait possible de réaliser une éducation aux sciences citoyennes (Bader, 2005).

Il est alors nécessaire de rouvrir la question épistémologique afin de repenser les sciences et leur socialité. Le champ des études sociales sur les sciences est ici riche d'enseignements pour s'engager dans une refondation des sciences à l'école (Albe, 2010-2011, p.114).

En résumé, l'enseignement des sciences tel qu'il est actuellement conçu peut difficilement incorporer une éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté. Toutefois, il s'agit d'une dimension éducative en évolution où plusieurs praticien.ne.s et chercheur.e.s ont déjà proposé de nouveaux projets pédagogiques porteurs (Albe, 2009; Bader et Therriault, 2008; Brown et Ryoo, 2008; Charland, 2008; Hurd, 2002; Price et McNeill, 2013).

1.4.2 ERE et enseignement des sciences en milieu collégial

Les enjeux relatifs à l'enseignement des sciences précédemment relatés sont manifestes dans différents milieux éducatifs. Le collégial n'y fait pas exception puisqu'on y trouve des formations scientifiques principalement offertes en silos disciplinaires isolés (Gouvernement du Québec, 2016b). Il s'agit d'un obstacle majeur pour le déploiement d'une approche interdisciplinaire, ainsi que pour aborder la globalité et la complexité des réalités et situations environnementales. Toutefois, plusieurs buts du programme pré-universitaire de sciences de la nature offrent des ouvertures intéressantes pour intégrer l'ERE et l'éducation aux sciences citoyennes. Parmi celles-ci, nous retrouvons :

- résoudre des problèmes de façon systématique;
- communiquer de façon claire et précise;
- apprendre de façon autonome;
- raisonner avec rigueur;
- travailler en équipe;
- établir des liens entre la science, la technologie et l'évolution de la société;
- définir son système de valeurs;
- situer le contexte d'émergence et d'élaboration des concepts scientifiques. (Gouvernement du Québec, 2016b, p.6)

Certains de ces buts tendent à l'intégration de compétences critiques (entre autres situer en contexte, raisonner avec rigueur, établir des liens et analyser), éthiques (dont définir ses valeurs) et politiques (entre autres communiquer, travailler en équipe et résoudre des problèmes) qui « contribuent à l'émergence et à la consolidation d'une écocitoyenneté » (Sauvé, 2013). Nous aborderons plus précisément ce concept dans le prochain chapitre.

1.5 Axiologie de recherche

Au regard de la problématique que nous venons d'expliciter, les buts et objectifs de cette recherche sont les suivants :

But de la recherche

Contribuer au développement du champ théorique et pratique de l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté au collégial, plus spécifiquement dans le contexte de l'enseignement des sciences.

*Objectif global de recherche*¹

Développer un programme interdisciplinaire portant sur des problématiques environnementales et s'intégrant au cursus collégial de sciences de la nature.

Nous verrons que ce programme d'activités vise à développer un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s du programme collégial de sciences de la nature.

Objectifs généraux et spécifiques

À la lumière des problématiques actuelles entourant l'institutionnalisation de l'ERE et l'enseignement des sciences, notre recherche - axée sur une démarche de recherche-développement - vise l'atteinte des objectifs suivants:

1. Caractériser la situation initiale.
 - 1.1. Cerner le profil des participant.e.s du programme *BiodiverCité*;
 - 1.2. Établir un portrait du contexte initial de formation.
2. Concevoir un programme d'activités approprié au regard du diagnostic initial.

¹ Notre recherche ne présentera pas d'hypothèses puisqu'elle se situe dans un paradigme qui ne fait pas appel au modèle hypothético-déductif.

- 2.1. Identifier les objectifs d'apprentissage;
- 2.2. Sélectionner les approches, les stratégies, le contenu et la démarche de formation en fonction de la situation initiale.
3. Valider le programme auprès de deux groupes d'étudiant.e.s, au regard de sa pertinence contextuelle, de l'intérêt soulevé et de l'atteinte des objectifs d'apprentissage.
 - 3.1. Évaluer l'intérêt soulevé par le programme auprès des étudiant.e.s;
 - 3.2. Vérifier l'atteinte des objectifs d'apprentissage;
 - 3.3. Identifier les avantages, les limites et les enjeux du programme.
4. Proposer des ajustements au programme et des recommandations.

Ainsi, notre recherche-développement s'articulera autour de la construction, de la validation et de l'ajustement de l'objet de recherche, soit un programme interdisciplinaire portant sur des problématiques environnementales et s'intégrant au cursus collégial de sciences de la nature. Dans le prochain chapitre, nous présenterons le cadre théorique au fondement de cette recherche.

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE

Le cadre théorique de cette recherche repose sur trois champs complémentaires de l'éducation, soit l'éducation relative à l'environnement, l'éducation scientifique et l'éducation citoyenne. Ces trois sphères ne sont toutefois pas mutuellement exclusives. En effet, les lieux de rencontre de ces champs peuvent offrir des projets éducatifs particulièrement pertinents au regard des réalités contemporaines, notamment en ce qui concerne le développement d'une écocitoyenneté, l'acquisition de compétences relatives au déploiement d'une science citoyenne et la capacité d'appréhender les interactions science-société-environnement (Figure 2.1).

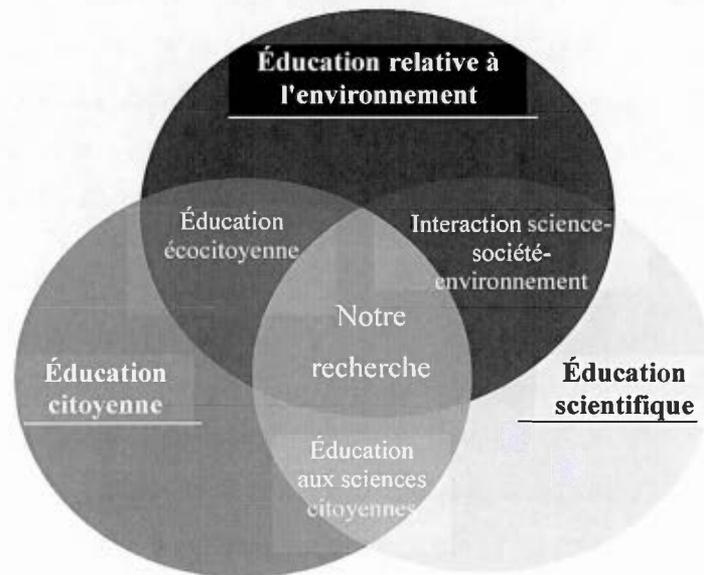


Figure 2.1 Schématisation du cadre théorique de la recherche

Dans ce chapitre, nous aborderons et mettrons en relation les travaux de plusieurs chercheur.e.s et praticien.ne.s ayant contribué à ces champs de l'éducation.

2.1 Éducation relative à l'environnement

Comme nous l'avons mentionné antérieurement, l'éducation relative à l'environnement est un champ de recherche, de formation et de pratique centré sur le réseau des relations entre « personne-société-environnement ». Il s'agit aussi d'un champ de longue tradition très riche en propositions conceptuelles et théoriques. Toute conceptualisation de l'ERE implique donc de définir à quelles visions de l'environnement, de l'éducation et de l'ERE nous nous référons (Sauvé, 1997).

2.1.1 Conceptions de l'environnement

Notre recherche intègre quatre des visions de l'environnement selon la typologie de Sauvé (2001) qui en comporte initialement sept, soit l'environnement « nature », « ressource », « problème », « système », « milieu de vie », « biosphère » et « projet communautaire ». D'abord, nous abordons l'« environnement nature » puisque l'ensemble du programme *BiodiverCité* s'est déroulé dans un des parcs-nature de Montréal. Ce milieu naturel préservé permet d'introduire le programme plus facilement dans le cours de biologie du cursus de sciences de la nature. Par ailleurs, les objets d'apprentissage sont des réalités ou des phénomènes liés au milieu naturel.

Nous avons aussi abordé l'« environnement système » où l'environnement est considéré comme un réseau d'interactions et d'influences entre différents éléments. Cette conception intègre beaucoup de notions d'écologie, comme les concepts d'écosystème, de communauté, d'équilibre dynamique, de système complexe, etc. (Sauvé, Villemagne et Orellana, 2003). Cette vision sera retenue puisque le curriculum de sciences de la nature propose spécifiquement une analyse systémique des problématiques scientifiques. L'« environnement système » offre aussi une porte d'entrée pertinente pour introduire l'environnement comme un écosociosystème.

Par ailleurs, le projet inclut la conception de l'« environnement problème » à travers les thématiques de la pollution, de la destruction des écosystèmes, de la perte de biodiversité, des changements climatiques, de l'injustice environnementale, etc. (Sauvé, Villemagne et Orellana, 2003). On s'intéresse ici aux impacts de l'activité humaine sur l'environnement, aux causes, aux conséquences et aux solutions. Les problématiques environnementales constituent également une ouverture très intéressante pour discuter d'écocitoyenneté et de responsabilité environnementale.

L'environnement est donc aussi abordé dans une perspective de « projet communautaire ». Cette conception vise à discuter de l'environnement en tant que projet commun de société, ainsi que comme lieu d'engagement et de participation à la vie démocratique (Sauvé, Villemagne et Orellana, 2003). En résumé, les diverses conceptions adoptées ont permis d'aborder l'environnement de façon complémentaire afin de construire un portrait nuancé des situations étudiées.

2.1.2 Conceptions de l'éducation

Nous clarifierons également les conceptions de l'éducation qui fondent le programme d'activités que nous avons conçu. Pour ce faire, nous reviendrons sur la typologie des paradigmes développés par Bertrand et Valois (1999) où les paradigmes d'ordre sociétal et éducationnel sont intrinsèquement reliés. Globalement, les auteurs conçoivent la relation entre éducation et société sous la forme de trois îlots de relations. D'une part, les organisations sociétales (1^{er} îlot), telles que le gouvernement, les ministères et les commissions scolaires dictent des buts et objectifs que les organisations éducatives (2^e îlot), dont les écoles, collèges et universités doivent atteindre. D'autre part, les acteur.rice.s du milieu éducatif local doivent considérer ces buts et objectifs, mais détiennent tout de même un certain pouvoir sur le choix de leurs pratiques pédagogiques (3^e îlot). Généralement, ces agent.e.s ont la liberté de sélectionner les approches et les stratégies pédagogiques, ainsi que leur rapport avec le sujet, la relation du sujet à l'objet, etc. Dans ce contexte :

Le paradigme éducationnel constitue, en quelque sorte, un pont entre le paradigme socioculturel et la pratique pédagogique. En effet, l'organisation éducative se caractérise à la fois par les fins qu'elle poursuit et par les activités choisies pour actualiser ces fins. (Bertrand et Valois, 1999, p.44)

Malgré cette liberté de démarche, les contraintes du cadre institutionnel restent bel et bien présentes. Les enseignant.e.s et professeur.e.s sont généralement influencé.e.s par les traditions pédagogiques de l'institution qui sont intrinsèquement reliées au paradigme socioculturel prédominant dans la société.

Compte tenu de ce qui précède, nous aborderons les paradigmes sous-jacents à cette recherche. Pour ce faire, le Tableau 2.1 présente quatre paradigmes socioculturels et leurs paradigmes éducationnels respectifs selon la typologie développée par Bertrand et Valois (1999). Par ailleurs, les auteurs stipulent que cette typologie n'est pas fermée ou limitée. De ce point de vue, notre projet a impliqué un dialogue entre différents paradigmes. En fait, l'institutionnalisation de notre programme d'activités présente nécessairement des compromis d'ordre paradigmatique pour que celui-ci puisse être reconnu comme un élément de formation formelle.

TABLEAU 2.1 Paradigmes socioculturels et éducationnels normatifs de Bertrand et Valois (1999, p.240)

PARADIGMES SOCIOCULTURELS	PARADIGMES ÉDUCATIONNELS
Industriel	Rationnel/technologique
Existentiel	Humaniste
Dialectique sociale	Socio-interactionnel
Symbiosynergique	Inventif

Ainsi, dans le cadre de notre programme, le mode d'évaluation, une partie des objets d'apprentissage et la relation sujet-agent ont conservé les structures et les valeurs promues par l'établissement. L'entente initiale avec le collège était que certaines évaluations restent les mêmes indépendamment des caractéristiques du programme d'activités que nous avons intégré, afin d'assurer une égalité de traitement à l'ensemble des étudiant.e.s du cursus de sciences de la nature. Il s'agit d'évaluations conduites par les professeur.e.s où des préoccupations de comparaison, de compétition et de réussite scolaire/intellectuelle sont dominantes considérant l'omniprésence de la cote de rendement collégial. Ces derniers éléments dépeignent une vision paradigmatique « rationnelle » de l'éducation à laquelle nous reviendrons au moment de la présentation des résultats de cette recherche et de la discussion de ceux-ci. Néanmoins, les modifications que nous avons apportées au cours de biologie en question ont tenté d'intégrer des valeurs et des caractéristiques pédagogiques s'insérant dans un tout autre paradigme éducationnel. En fait, la démarche, les approches et les stratégies promues par l'ERE s'incorporent généralement dans le paradigme éducationnel « inventif » qui a pour fonction générale de :

Développer chez les personnes et les communautés leur capacité d'intervention sociale et de création de nouvelles institutions sociales; découvrir la signification et les conséquences des projets et inventer les situations futures et les modes d'intervention capable de les actualiser. (Bertrand et Valois, 1999, p.209).

Il est question aussi de créer une symbiosynergie entre l'humain, l'ensemble du vivant et leur milieu de vie. À cet effet, notre recherche visait à construire le programme *BiodiverCité* sur des bases de responsabilité environnementale, afin de valoriser la participation des étudiant.e.s à leur milieu de vie. Nous désirions développer chez les participant.e.s une autonomisation (*empowerment*) permettant d'aborder des situations problématiques, en lien avec le développement d'un savoir-agir écocitoyen.

2.1.3 Conceptions de l'éducation relative à l'environnement

En lien avec la clarification des concepts d'« environnement » et d'« éducation » que nous avons adoptés, nous expliciterons les différents éléments d'une conception de l'ERE, à la base de notre projet pédagogique. Par le fait que l'ERE s'est développée, au cours des années, au sein de plusieurs milieux, diverses conceptions de cette dimension de l'éducation en ont émergé. À ce sujet, Sauvé (1997, p.19-23) propose trois perspectives selon lesquelles il est possible d'aborder l'ERE, soit une perspective environnementale ou socio-écologique, une perspective éducative ou psycho-sociale et une perspective pédagogique; elle indique également les relations entre celles-ci:

[...] il importe de souligner le caractère complémentaire de ces dernières. Il ne faudrait pas laisser croire qu'il existe trois sortes d'ERE : celle des environnementalistes, celle des éducateurs et celle des pédagogues et didacticiens. L'ERE est un processus intégré qui se retrouve à la confluence des trois perspectives essentiellement complémentaires [...]

Ces trois perspectives convergent vers un objet de recherche et de pratique commun, soit le réseau de relations « personne-société-environnement ».   cet effet, le Tableau 2.2 permet de distinguer la contribution des trois perspectives dans la construction de notre projet pédagogique. Chacune vise une situation problématique, une prémisses, un sujet et une finalité complémentaire. D'une part, la perspective environnementale répond à la première section de notre problématique, soit la crise environnementale globale et locale centrée sur les  cosociosyst mes. Il s'agit donc d'éduquer « pour l'environnement » afin de respecter l'intégrité et l'équilibre des systèmes biophysiques, préserver la trame du vivant et soutenir une qualité de vie optimale pour l'humanité. Dans cette perspective, les participant.e.s (sujets)   notre recherche sont considéré.e.s comme des citoyen.ne.s détenant une responsabilité à l'égard du milieu et de l'organisation sociale dans lequel illes évoluent (Sauvé, 1997).

D'autre part, la perspective éducative ou psycho-sociale de l'ERE est centrée sur la personne qui apprend et se développe au sein de trois grandes sphères de relation, soit

la relation à soi-même, la relation d'altérité humaine et la relation avec le milieu de vie (Sauvé, 2000, Figure 2.2).

TABLEAU 2.2 Trois perspectives complémentaires de l'ERE adaptées de Sauvé (1997)

PERSPECTIVE ENVIRONNEMENTALE Centrée sur les réalités socio-écologiques	PERSPECTIVE ÉDUCATIVE Centrée sur la personne au sein d'un milieu de vie	PERSPECTIVE ÉDUCATIVE Centrée sur le processus pédagogique
OBJET		
Le réseau des relations personne – société – environnement		
PROBLÈME		
Crise environnementale: changement climatique, perte de biodiversité, injustice environnementale	Désengagement et déracinement individuel et collectif à l'égard de l'environnement	Institutions éducatives ayant perdu la motivation de former des personnes à «vivre ici ensemble» et à ancrer l'école dans un milieu de vie
PRÉMISSSE		
ERE comme outil de résolution de problème, de premier ordre	ERE comme processus de développement personnel et social	ERE comme mouvement éducationnel qui prône le développement d'une pédagogie située, expérientielle et réflexive
SUJET		
Étudiant.e.s du collégial en tant que citoyen.ne.s d'un milieu et d'une société où s'engager est un devoir	Étudiant.e.s du collégial, en tant qu'être multidimensionnel en développement au sein d'un milieu de vie	Formation collégiale (programme de sciences de la nature)
FINALITÉ		
Respecter et favoriser l'équilibre des systèmes biophysiques globaux et locaux, afin de préserver la trame du vivant et de soutenir une qualité de vie optimale pour l'humanité.	Favoriser le développement optimal des personnes et des groupes sociaux en ce qui concerne leur relation à l'environnement.	Favoriser un renouveau du système éducatif et l'émergence d'une éducation plus adaptée à une compréhension holistique de la personne au sein de son milieu de vie, et plus en mesure de répondre aux besoins actuels de la société.

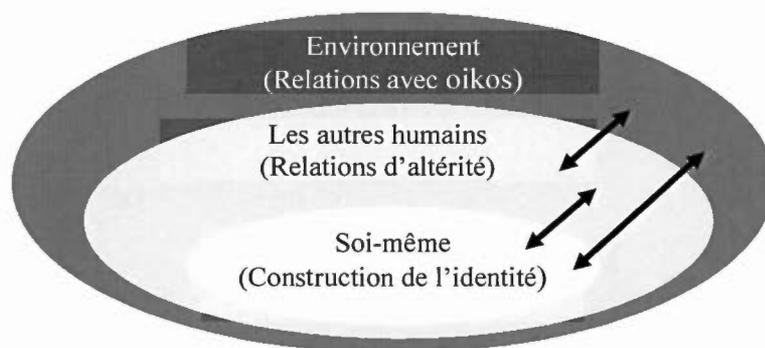


FIGURE 2.2 Les trois sphères d'interactions du développement personnel et social (Sauvé, 2000)

Finalement, la dernière perspective est principalement centrée sur le processus pédagogique lié à l'intégration d'approche expérientielle et réflexive. Notre recherche s'inscrira plus spécifiquement dans cette perspective puisqu'il s'agit du développement d'un programme d'activités spécifique à la formation collégiale.

2.1.4 Courants de l'éducation relative à l'environnement

Nous associons cette recherche à deux courants du domaine de l'ERE, soit le courant « naturaliste » et le courant « de critique sociale » (Sauvé, 2003). Chacun fait référence à une manière d'aborder et faire de l'ERE. Un courant se caractérise par une certaine vision de l'environnement, des visées, des approches et des stratégies particulières.

D'une part, le courant naturaliste se rapporte à l'« environnement nature » qui a été présenté précédemment. Ce dernier est surtout basé sur la reconnexion de l'être humain à la nature, soit de manière cognitive, expérientielle, sensorielle, affective ou autre (Sauvé, 2003). L'un des collaborateurs du projet, le GUEPE, s'engage particulièrement dans ce courant par ses stratégies pédagogiques principalement axées sur l'immersion en nature dans les parcs-nature de la ville de Montréal. Selon l'organisme, en favorisant un contact avec la nature, on peut accroître les connaissances et les attitudes favorables au respect de la biodiversité (GUEPE, 2017),

ce qui appuie la pertinence d'adopter un courant naturaliste, et plus spécifiquement, une approche expérientielle. Cette dernière approche est couramment retenue puisqu'elle vise à offrir aux apprenant.e.s un contact direct avec des situations concrètes afin de favoriser leurs apprentissages (Sauvé, Villemagne et Orellana, 2003).

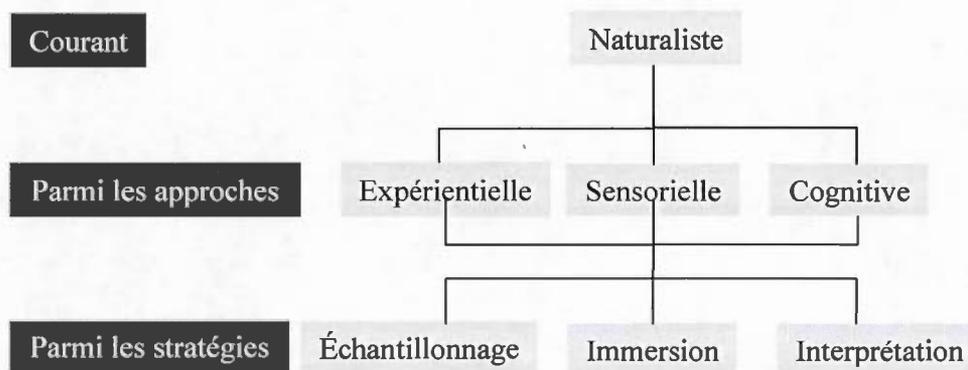


FIGURE 2.3 Courant naturaliste : approches et stratégies (d'après Sauvé, 2003)

D'autre part, le programme *BiodiverCité* se situe aussi dans un courant de critique sociale afin d'aller plus loin que l'exploration et la compréhension du milieu naturel. Il s'agit de comprendre l'environnement comme un écosociosystème, souvent sous tensions.

Essentiellement, ce courant insiste sur l'analyse des dynamiques sociales à la base des réalités et problématiques environnementales : analyse des intentions, des positions, des arguments, des valeurs explicites et implicites, des décisions et des actions des différents protagonistes d'une situation (Sauvé, 2003).

Dans cette perspective, il est nécessaire de favoriser le développement de compétences politiques et de mener les participant.e.s vers une transformation de leur réalité (Sauvé, 2003). Ce courant repose principalement sur une approche réflexive,

praxique et dialogique. Pour ce faire, parmi les stratégies pédagogiques généralement retenues, signalons l'analyse du discours, l'étude de cas et le débat (Sauvé, 2003). D'ailleurs, plusieurs auteur.e.s du milieu de l'ERE ont recours à la stratégie du débat afin d'étudier en profondeur des situations environnementales et ainsi mieux cerner les arguments et les valeurs associées à différentes positions (Albe, 2010-2011; Bader, Arseneau et Therriault, 2013; Simonneaux, 2006). Compte tenu de ce qui précède, les courants naturaliste et de la critique sociale apparaissent comme deux chemins complémentaires en ERE, qui abordent différemment le rapport « personne-société- environnement ».

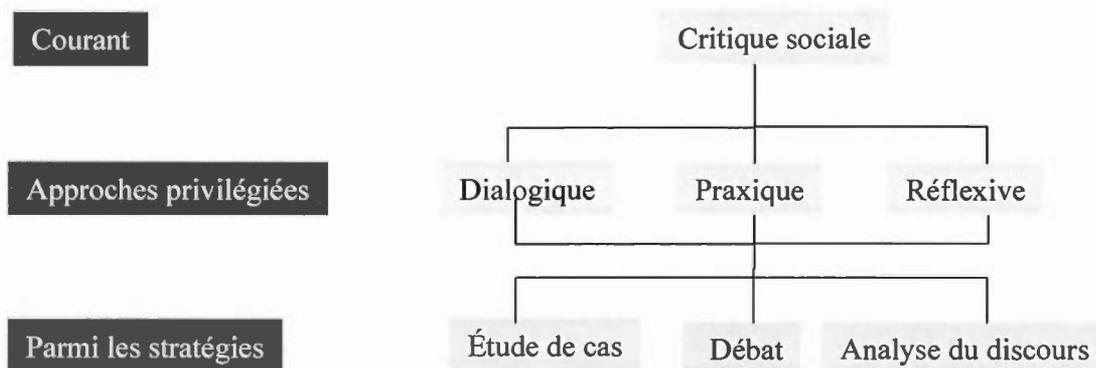


FIGURE 2.4 Courant de la critique sociale : approches et stratégies (d'après Sauvé, 2003)

Il nous paraît ainsi important de croiser ces deux courants ayant évolué parallèlement dans la tradition de l'ERE :

Après plus de cent ans d'évolution en éducation relative à l'environnement, ces deux tendances persistent. L'une célèbre le monde, se plaît à l'explorer et à le découvrir. L'autre se plaint de pertes, note les problèmes et invite à les résoudre. Il s'agit en quelque sorte d'une polarisation entre les émotions et la raison, entre la réflexion et l'action, entre le cœur et la tête. Un défi persistant en éducation est d'être capable de redonner cette unité aux personnes, de briser cette fausse dichotomie et

de rétablir le dialogue fécond cœur-tête, émotion-raison. (Berryman, 1997)

En conséquence, nous souhaitons contribuer à la déconstruction des barrières théoriques et pratiques, ainsi qu'à l'arrimage de ces deux courants pédagogiques. Pour ce faire, il nous faut tenir compte des réalités liées aux phénomènes d'identité et d'engagement, deux pôles de relations au coeur du concept d'écocitoyenneté.

2.2 Éducation à l'écocitoyenneté

Selon Majo Hansotte (2004), le concept de citoyenneté nécessite de passer du « je » au « nous » (l'ensemble des citoyen.ne.s d'une communauté) et même au « nous tous » (l'ensemble des communautés).

L'exigence d'un modèle démocratique capable de relever le défi de la mondialisation appelle à envisager la citoyenneté autrement que dans les termes d'un statut conféré ou d'office reconnu par un État ou par plusieurs États. Devenir citoyen du monde et en même temps demeurer citoyen chez soi présupposent un engagement et non plus un simple attribut. (Ibid, p.18)

Pour en arriver à un « Nous Tous » authentique et bienveillant, le concept de citoyenneté requiert de se réappropriier le passé, de comprendre la réalité des autres collectivités et de projeter le futur (Hansotte, 2004). Un projet certes exigeant considérant les fondements conflictuels du « Nous Tous ». La capacité de narrer un scénario de construction du « Bien commun » correspond à l'un des quatre types d'intelligences citoyennes identifiées par Hansotte (2004). L'auteure en souligne trois autres qui sont d'argumenter, de prescrire et de déconstruire. L'éducation à la citoyenneté contribue au développement de telles compétences et particulièrement dans le contexte des enjeux environnementaux. Dans le vaste champ de l'éducation relative à l'environnement, l'éducation à la citoyenneté occupe un espace important et y est enrichie du préfixe « éco- » enracinant ainsi la citoyenneté dans une trame vivante. Au regard du contexte sociétal contemporain, l'ERE a identifié la dimension

de l'écocitoyenneté comme une composante essentielle de notre rapport à l'environnement. L'appellation « éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté (ERE.E) » est utilisée afin de souligner que « la société civile est appelée à jouer un rôle majeur dans les décisions politiques » (Centr'ERE, s. d.).

L'écocitoyenneté est un concept qui intègre à la fois la notion de respect, de responsabilité et d'engagement à l'égard de la communauté, mais aussi envers l'environnement. Or, dans le cadre des plans d'action nationaux et internationaux en développement durable (Gouvernement du Canada, 2017; ONU, 2017), l'engagement environnemental est souvent réduit à des actions individuelles axées sur des gestes « de tous les jours », tels que le recyclage, le transport en commun et l'usage de sac réutilisable. Il ne s'agit pas de condamner cette vision, mais plutôt de l'étoffer, de la remettre en contexte, d'insérer un aspect collectif, politique, éthique, etc. Comeau (2011) insiste pour que l'« intervention collective en environnement contribue à dépasser la bonne conscience reposant uniquement sur les gestes individuels ». L'auteur distingue ainsi les comportements (gestes individuels) de l'action collective. Cette dernière permettrait « l'expression citoyenne, le progrès des mentalités, la constitution d'un mode de gouvernance environnementale démocratique, ainsi que le renouvellement de l'organisation sociale » (Comeau, 2011).

L'éducation à l'écocitoyenneté constitue ainsi un projet rigoureux, puisqu'il ne s'agit pas uniquement de présenter la citoyenneté et les problématiques environnementales comme des thématiques, mais aussi d'accompagner les personnes vers un désir d'engagement et d'action. Le processus menant à un tel agir implique le développement d'un ensemble de compétences (ou savoir-agir). Nous appuyant sur la proposition de Le Boterf (1988), nous considérons que le concept de compétence (savoir-agir) intègre trois composantes, soit les connaissances, le savoir-être et le savoir-faire. En 1990, Hungford et Volk ont présenté une première schématisation de l'agir écocitoyen qu'ils qualifiaient à l'époque « de comportement civique responsable

». Ce concept englobe des composantes majeures et mineures dans une séquence chronologique. Il s'agit d'abord d'acquérir une sensibilité environnementale, puis des connaissances/intérêt envers l'environnement et finalement un pouvoir-agir composé de savoir-agir, d'un sentiment de contrôle et d'un vouloir-agir. Cette notion de compétence se trouvera au centre de notre recherche considérant que le programme *BiodiverCité* vise à développer un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s du programme collégial de sciences de la nature. Nous nous baserons sur le concept de « compétence » approfondie par Le Boterf (1998) qui dépeint cette dernière non pas comme une liste de savoirs à acquérir, mais plutôt comme un processus. L'auteur considère que « "les" compétences sont en fait les activités ou les actions réalisées avec compétence ». Il s'agit d'un processus dynamique et socialement construit puisque la compétence est intrinsèquement reliée aux notions de critères et d'évaluation.

On peut évaluer ou valider les ressources : tel professionnel ou tel étudiant a-t-il certaines connaissances ? Maîtrise-t-il telle technique ? A-t-il un bon niveau de culture générale ? C'est l'évaluation le plus souvent pratiquée par les écoles, les centres de formation, les organismes de formation continue, les centres d'apprentissage... Les diplômes des écoles sanctionnent ces acquis. Dans ce cas, ils valident non pas des compétences, mais l'existence d'un bagage pour construire des compétences. (Le Boterf, 1998, p. 144)

Selon l'auteur, pour porter l'acquisition d'un savoir-agir au-delà d'éléments fragmentés (connaissance, savoir-faire et savoir-être), il faut intégrer dans les pratiques d'enseignement des approches par problèmes, par simulation, par projet, etc. afin de faciliter la construction de réelles compétences. Toutefois, le cadre formel de l'apprentissage ne permet souvent que de développer des compétences requises, c'est-à-dire ce qui est attendu des apprenant.e.s dans une situation encadrée et supervisée, ce que Le Boterf (1998) distingue des compétences réelles. Ces dernières se développent dans des situations plus authentiques où les apprenant.e.s peuvent davantage improviser et s'approprier un savoir-agir, ce qui est particulièrement

important, pour les compétences écocitoyennes. Il s'agit d'une des raisons pour lesquelles celles-ci sont si difficiles à évaluer puisque le processus est très complexe et que certaines compétences ne peuvent être observées en temps direct, mais sur de plus longues périodes (Le Boterf, 1998). Néanmoins, nous désirons établir quelques critères de base sur lesquels nous nous appuierons pour discuter de l'évolution du savoir-agir écocitoyen des étudiant.e.s.

Nous nous baserons sur les travaux de Sauvé (2013) abordant les compétences essentielles pour le développement d'un savoir-agir  cocitoyen soit celles d'ordre éthique, politique et critique. Le tableau 2.3 présente des exemples de tels savoirs distincts et complémentaires.

TABLEAU 2.3 Diversité et complémentarité des savoirs relatifs aux compétences critique, éthique et politique en éducation relative à l' cocitoyennet  (Sauvé, 2013, p. 32)

	COMPÉTENCE CRITIQUE Eléments de savoirs : � titre d'exemples	COMPÉTENCE ÉTHIQUE Eléments de savoirs : � titre d'exemples	COMPÉTENCE POLITIQUE Eléments de savoirs : � titre d'exemples
SAVOIR (connaissances)	Ensemble d'informations valides et structur�es sur des réalités socio-écologiques complexes; compréhension des enjeux liés à l'accès à l'information, à la complétude et à la validité de celle-ci, aux liens entre savoir et pouvoir.	Caractéristiques des divers paradigmes et de différentes propositions éthiques comme systèmes de valeurs socio- écologiques; compréhension des principaux types d'enjeux éthiques.	Ensemble de connaissances sur les grands courants politiques et leurs impacts sur les questions socio-écologiques, sur les structures et les dynamiques sociopolitiques, sur les lois et réglementations, sur les acteurs et les jeux de pouvoir, sur les stratégies d'action.
SAVOIR-FAIRE (habilités cognitives, stratégiques et autres)	Recherche et traitement de l'information : analyse, synthèse et évaluation de données relatives aux questions socio-écologiques; recherche des	Analyse de la dimension éthique des discours et des pratiques relatives aux questions socio-écologiques;	Analyse de la dimension politique des situations socio-écologiques; maîtrise de stratégies d'argumentation et de communication; maîtrise

	COMPÉTENCE CRITIQUE Éléments de savoirs : à titre d'exemples	COMPÉTENCE ÉTHIQUE Éléments de savoirs : à titre d'exemples	COMPÉTENCE POLITIQUE Éléments de savoirs : à titre d'exemples
	causes et mise au jour des relations : « pourquoi ? »; autoréflexion sur son propre rapport à ces questions; développement d'un argumentaire cohérent soutenant une prise de position.	clarification de ses propres valeurs; examen de l'alternative éthique dans diverses situations.	des processus démocratiques; choix et mise en œuvre de stratégies d'action.
SAVOIR- ÊTRE (attitudes et valeurs)	Scepticisme; curiosité; capacité de se remettre en question; rigueur; souci de pertinence et de justesse. Dans une perspective de critique sociale : clarification des valeurs liées au « bien commun », comme pôle de référence à l'analyse critique des situations.	Authenticité; cohérence; intégrité et intégralité; ouverture aux schèmes de valeurs autres que celles de la culture occidentale dominante; valeur du « bien commun » : émancipation, équité, justice sociale, écojustice.	Conscience de sa propre « identité politique »; sentiment de « pouvoir-faire »; responsabilité individuelle et collective; souci du bien commun; démocratie; participation; engagement personnel et collectif; émancipation; vouloir-agir.
SAVOIR-AGIR en contexte	Construire et utiliser une information valide et solide dans le cadre d'une requête, d'un mémoire, d'une évaluation environnementale; repérer, mettre au jour et déconstruire les initiatives qui vont à l'encontre du bien commun; lancer l'alerte; proposer l'alternative; participer efficacement aux débats publics	Prendre des décisions éthiques appropriées, personnellement et collectivement; participer aux débats publics en tenant compte des valeurs de référence; agir de façon cohérente avec sa propre posture éthique; exiger et stimuler la cohérence éthique dans le discours et l'action relative aux questions socio-écologiques	Savoir dénoncer, résister, choisir, proposer, créer; revendiquer la démocratie participative et y participer avec engagement; concevoir des projets d'écodéveloppement appropriés; y contribuer.

En complémentarité à cet énoncé de compétence, Chawla et Chushing (2007) soulignent l'importance de l'action collective dans le contexte socio-environnemental.

Leur recension de plusieurs recherches développées sur le sujet a permis de mettre en lumière des conditions favorisant l'engagement individuel et collectif (Tableau 2.4).

En résumé, les travaux de ces auteur.e.s s'avèrent complémentaires en plusieurs points. Leurs propositions pédagogiques constituent des éléments pratiques pertinents pour favoriser le développement d'un savoir-agir écocitoyen chez les participant.e.s dans le cadre de cette recherche. Nous aborderons dans la prochaine section, les concepts de sensibilité environnementale et d'identité écologique qui constituent des composantes fondamentales de l'engagement environnemental (Chawla, 1998; Hinds et Sparks, 2008; Hungerford et Volk, 1990; Tomashow, 1996).

TABLEAU 2.4 Conditions et propositions pédagogiques favorisant l'engagement individuel et collectif dans un contexte socio-environnemental, selon Chawla et Chusing (2007, p. 449, traduction libre)

CONDITIONS	PROPOSITION
« Role models » et mentor.e.s	Inviter plusieurs adultes et pairs à être des modèles pour les apprenant.e.s. Encourager les intervenant.e.s à partager leurs expériences.
Expériences quotidiennes	Faire vivre des expériences dans la nature, faire vivre des activités favorisant l'action démocratique, créer des opportunités de valorisation et d'expression pour tou.te.s
Implication dans une organisation	Développer ou valoriser la participation à des clubs d'actions environnementales à l'école.
Ouverture à la discussion	Créer des espaces de discussions sur des problématiques environnementales.
Situation de capacitation	Accompagner les participant.e.s dans le développement d'objectifs pour des projets et favoriser l'atteinte de ceux-ci.
Insertion dans un réseau social	Favoriser la création d'un réseau social stimulant et authentique afin de cultiver le plaisir et les liens de confiance.
Activités adaptées à l'âge des participant.e.s	Adapter le contenu pédagogique à l'âge des participant.e.s et à leurs intérêts. Faire évoluer les connaissances du local au global graduellement avec l'âge.
Acquisition de savoir-faire	Offrir un contexte expérientiel pour le développement de savoir-faire autant au niveau communautaire que politique.

Signification personnelle

Favoriser l'autonomie, la créativité et l'engagement des participant.e.s
dans le développement de projets environnementaux.

« S'engager implique de se définir » : cette idée est au coeur du concept d'« *Ecological identity* » développé par Mitchell Tomashow (1996). L'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté implique la contextualisation de chaque personne dans la trame de vie sociale et environnementale. Pour ce faire, une clarification de ses valeurs et de la signification du « bien commun » sont essentielles. Parallèlement, Chawla (1998) propose la notion de « sensibilité environnementale » pour décrire cette relation entre « environnement extérieur et intérieur ».

In this research it is assumed that environmental sensitivity is not empathy, but instead a predisposition to take an interest in learning about the environment, feeling concern for it, and acting to conserve it, on the basis of formative experiences. These experiences may be characterized as exchanges between an external and internal environment: an external environment composed of the qualities of physical surroundings and social mediators of the physical world's meaning, and an internal environment of the child's needs, abilities, emotions, and interests. (Chawla, 1998, p.19)

L'auteure s'est intéressée à cette prédisposition à l'égard de l'environnement et aux expériences permettant de nourrir cette sensibilité. La recension d'écrits qu'elle présente confirme que le contact avec le milieu naturel est l'un des facteurs d'influence les plus importants (Chawla, 1998). Un fait que Thomashow (1996) partage entièrement puisqu'il considère le milieu naturel comme un élément central dans la construction de l'identité, plus spécifiquement de ce qu'il nomme l'identité écologique, qui se façonne à travers la conscience de soi, la personnalité, les valeurs et la façon d'agir. Il s'agit évidemment d'un cheminement à long terme où différents moments, personnes et lieux significatifs peuvent s'insérer. Notamment, la recherche menée par Lila Benzid auprès de l'organisme les Amis de la montagne à Montréal a

permis de revoir l'importance du lien à la nature chez les enfants comme un fondement pour l'engagement écocitoyen. Cette recherche confirme que « le rôle de l'éducateur·trice est crucial pour proposer une diversité d'approches et de stratégies et guider avec bienveillance chacun et chacune en direction de sa propre porte d'entrée vers une connexion à la nature » (Benzid, 2017). À cet égard, plusieurs agent.e.s de l'éducation scientifique se préoccupent d'offrir des expériences significatives et portant vers l'action (Albe, 2009; Bader, 2003; Charland, 2008; Fourez, 2001; Legardez et Simonneaux, 2006; Price et McNeill, 2013; Sauvé, 2010).

2.3 Éducation scientifique

La construction de l'identité sociale et environnementale peut être une visée des curriculums scientifiques. Cela implique néanmoins de remettre en question les méthodes traditionnelles utilisées en enseignement des sciences. Lucie Sauvé (2010) caractérise cette évolution de l'enseignement des sciences, où il y a une remise en question de la science tant en ce qui concerne son objectivité que de ses rôles sociaux. Le concept d' « éducation scientifique » serait, dans cette optique, plus pertinent à utiliser. Ce concept intègre une vision plus complète de l'enseignement des sciences et permet de vivre différemment l'activité scientifique en tenant compte des enjeux de société.

À cet effet, Bader, Arseneau et Therriault (2013) déplorent que l'enseignement de savoirs scientifiques n'intègre pas davantage la prise en compte du contexte d'élaboration des sciences. Pourtant, le contexte historique et politique est particulièrement important lorsqu'il est question d'enseigner des « découvertes scientifiques ». L'épistémologie des sciences devrait faire partie intégrante de l'éducation scientifique afin de remettre en question la vision objective de la science et du savoir d'expert (Sauvé, 2010). Un objectif souhaitable selon Bader (2005) serait d'introduire une épistémologie socio-constructiviste des sciences autant chez les agent.e.s que chez les sujets du milieu éducatif. À cette fin, l'enseignement de

questions scientifiques socialement vives pourrait contribuer à la déconstruction de la tour d'ivoire scientifique et à sa réintégration dans l'espace public (Legardez et Simonneaux, 2006). L'enseignement des questions socialement vives (QSV) vise en effet à aborder des sujets suscitant un débat de société, impliquant une diversité d'enjeux, ne faisant pas nécessairement consensus parmi les scientifiques, interpellant la clarification du système de valeurs des personnes impliquées ainsi qu'un positionnement politique (Legardez et Simonneaux, 2006). La mobilisation d'une approche pédagogique interdisciplinaire est essentielle afin d'aborder ces questions de façon globale et d'en venir à des pistes de solutions (Fourez, 2001). Larochelle et Désautels (2006) supportent cette vision et mentionnent qu'un croisement des expertises est nécessaire pour permettre aux élèves/étudiant.e.s de développer un intérêt pour les questions scientifiques et une prise de conscience de leur pouvoir-agir citoyen.

L'éducation aux « sciences citoyennes » proposée par Barbara Bader (2005) porte cette vision d'habilitation (*empowerment*) des citoyen.ne.s par une éducation scientifique pratique et appliquée. Il s'agit d'accompagner les apprenants dans le développement d'un savoir-agir citoyen afin de leur permettre de participer aux débats de sociétés et de « négocier le savoir » (Bader, 2003). Un travail qui s'avère fort exigeant, car la compréhension de ces enjeux implique de décoder les discours scientifiques, économiques et politiques présents dans l'espace public.

Albe (2009) accentue ces idées en proposant de revoir les finalités et les motivations qui sous-tendent les formations scientifiques afin qu'elles se construisent « [...] en fonction d'un projet de société et non pas en fonction de contenus des disciplines scientifiques » (figure 2.5).

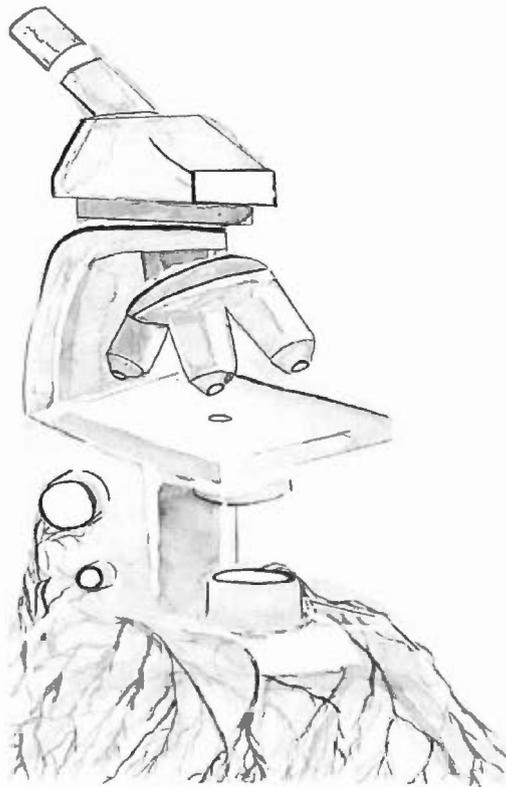


FIGURE 2.5 **Enracinement des sciences dans un projet de société**

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE : UNE DÉMARCHE DE RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT

Ce chapitre présente le type de recherche qui a été effectuée, ainsi que la dimension collaborative de celle-ci. Il sera ensuite question de présenter le groupe cible auprès duquel s'est développée cette recherche, la démarche déontologique, le déroulement du volet « recherche » et du volet « développement », ainsi que les stratégies de cueillette et d'analyse de données.

3.1 Type de recherche

La démarche de cette recherche correspond à celle d'une recherche-développement composée de quatre étapes (Loiselle, 2001):

1. Diagnostic de la situation d'apprentissage
2. Planification et conception d'un programme de formation
3. Expérimentation et évaluation du programme
4. Ajustement et révision

Chacune de ces étapes correspond à l'un des objectifs généraux de la recherche, telle que mentionné dans la section du chapitre I présentant l'axiologie de notre travail.

3.2 Dimension collaborative

Notre projet comporte une dimension collaborative, considérant le dialogue que nous avons engagé avec des praticiennes du milieu éducatif formel et non formel (Desgagné, 2001). Il s'agit de deux membres du groupe uni des éducateurs-naturalistes et professionnels en environnement (GUEPE) ainsi qu'une professeure de biologie du Collège Bois-de-Boulogne. Celles-ci ont contribué à la recherche par leur savoir d'expérience complémentaire.

D'une part, le recrutement au sein du milieu formel s'est déroulé lors de la phase préliminaire de la recherche. En fait, nous avons envoyé une invitation à six cégeps publics se situant sur l'île de Montréal (Saint-Laurent, Ahuntsic, Bois-de-Boulogne, Rosemont, Vieux-Montréal et Gérard-Godin) et spécifiquement aux responsables du programme de sciences de la nature ou au département de biologie de ces cégeps. Nous voulions collaborer avec une institution publique afin d'encourager les organisations de ce secteur qui soutiennent une éducation accessible et ouverte à toutes et tous. Il nous importait aussi que le cégep soit situé à proximité de l'organisme GUEPE, dont les bureaux se trouvent dans le parc-nature du Bois-de-Liesse au nord-ouest de la ville de Montréal. Le Collège Bois-de-Boulogne fût le seul cégep prêt à s'engager rapidement dans le projet. Le rôle du collège, et spécifiquement celui de la professeure-collaboratrice dans ce projet est d'une part, d'offrir le milieu d'accueil pour développer le programme *BiodiverCité* et de contribuer à l'atteinte du premier objectif de la recherche, soit de « caractériser la situation initiale ». La professeure a participé activement aux ateliers de travaux collaboratifs (voir plus bas) afin de construire certaines des activités, permettant ainsi l'atteinte du second objectif de recherche. Finalement, sa contribution fut requise lors de la validation du programme.

D'autre part, le GUEPE fut le premier collaborateur ayant accepté de participer à cette recherche et à contribuer ainsi à l'arrimage entre le milieu non formel de l'ERE et le milieu de l'éducation formel. Le GUEPE est un organisme à but non lucratif qui œuvre dans le domaine de l'ERE depuis plus de 20 ans et qui a acquis avec les années plusieurs expériences avec différents publics cibles autant dans les écoles, dans les parcs-nature et au sein de plusieurs organismes de la communauté métropolitaine (GUEPE, 2017). Les programmes éducatifs du groupe sont surtout destinés à la formation primaire et secondaire, mais le GUEPE souhaitait développer de nouveaux programmes pour les milieux postsecondaires. Les deux collaboratrices de cet organisme ont grandement contribué à l'élaboration et au déploiement du programme

BiodiverCité (deuxième objectif de recherche), soit en mettant à contribution leur savoir d'expérience en pédagogie de terrain et en éducation à l'environnement. Concrètement, les collaboratrices ont participé aux ateliers de travail collaboratif afin de construire certaines des activités, à l'animation de ces activités et à la création du matériel pédagogique. De façon générale, l'organisme a offert du matériel de terrain ainsi que les lieux pour le programme (Maison du Ruisseau). Finalement, les collaboratrices ont contribué à la validation du programme d'activités en partageant leur avis et leurs recommandations.

3.3 Contexte académique et groupe cible

Notre étude portera particulièrement sur le programme de sciences de la nature du Collège Bois-de-Boulogne. D'une part, le programme de sciences de la nature est l'un des multiples programmes d'étude préuniversitaire offerts par les établissements collégiaux. Ces programmes ont pour but de préparer les étudiant.e.s à la poursuite d'études universitaires dans des domaines spécifiques. Ces programmes incluent donc des cours faisant partie de la formation générale et des cours propres à la formation spécifique.

D'autre part, le Collège Bois-de-Boulogne est un cégep qui se situe dans l'arrondissement Ahuntsic de la ville de Montréal. Ce cégep a été l'un des seuls à vouloir s'engager pour ce projet et c'est notamment une professeure de biologie qui a manifesté un intérêt à intégrer le programme *BiodiverCité* que nous proposons au cours 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant »³. De plus, par sa position de responsable du « comité environnement » du collège, la professeure était particulièrement préoccupée par le manque d'intérêt des étudiant.e.s envers les activités touchant l'environnement. Elle a donc accepté d'incorporer un programme d'activités abordant les problématiques environnementales, ce qui permettait de

³ Ce cours est propre à la formation spécifique du programme de sciences de la nature.

substituer une partie du cours de biologie dont elle est responsable. Le tableau 1.2 présente l'échéancier habituel pour le cours (totalisant 75h d'enseignement) et surligne (en gris) les sections que nous avons ciblées pour notre projet. La matière de ces unités fut condensée et intégrée dans le programme qui a eu lieu avant le début de la session d'automne. Les groupes participants ont donc pu finir leur cours de biologie plus tôt lors de cette session puisqu'il avait déjà couvert cette matière dans le cadre du programme *BiodiverCité*.

TABLEAU 3.1 Matière du cours NYA « Évolution et diversité du vivant » intégrée dans le programme *BiodiverCité* (gris)

Semaine (5h)	Échéancier habituel
Sem. 1: 26 août	Composition du vivant Cellule
Sem. 2: 2 sept.	Cellule (suite) Protéosynthèse
Sem. 3: 9 sept.	Protéosynthèse (suite) Cycle cellulaire/Mitose
Sem. 4: 16 sept.	Laboratoire #1 : Microscopie Laboratoire #2 : Cytologie Laboratoire #3 : Mitose
Sem. 5: 23 sept.	Méiose/ Génétique
Sem. 6: 30 sept.	Enquête policière et médecine légale
Sem. 7: 7 oct.	Laboratoire #4 : Enquête policière et médecine légale Théorie de l'évolution Diversité/spéciation
Sem. 8: 14 oct.	Bactéries
Sem. 9: 21 oct.	Laboratoire #5 : Bactéries Protistes
Sem. 10: 28 oct.	Laboratoire #6 : Protistes Végétaux
Sem. 11: 4 nov.	Laboratoire #8 : Végétaux

Sem. 12: 11 nov.	Eumycètes
Sem. 13: 18 nov.	Laboratoire #7 : Eumycètes Animaux
Sem. 14: 25 nov.	Laboratoire #9 : invertébrés Laboratoire #10 : vertébrés et embryologie
Sem. 15: 2 déc.	Écologie

Les personnes ciblées dans le cadre de cette recherche étaient les étudiant.e.s du programme de sciences de la nature du Collège Bois-de-Boulogne inscrit.e.s à l'automne 2016 dans le cours 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant ». Nous avons sélectionné les étudiant.e.s de sciences de la nature, car nous désirions aborder l'intégration de l'ERE dans les programmes de sciences du milieu collégial. L'entente avec le cégep était de créditer notre programme d'activités dans le cours NYA de la session automne 2016. L'inscription au programme *BiodiverCité* s'est déroulée sur une base volontaire puisqu'il n'était pas obligatoire pour l'ensemble des étudiant.e.s du cours. Nous avons ainsi obtenu 47 inscriptions d'étudiant.e.s âgé.e.s entre 17 et 18 ans. Les inscrit.e.s ont été réparti.e.s en deux groupes, ce qui a permis d'expérimenter le programme à deux reprises, soit du 8 au 12 août et du 15 au 19 août 2016. Tous les étudiant.e.s ont participé à chacune des journées du programme d'activités. Cependant, tous et toutes n'ont pas participé de la même façon à la recherche : leur contribution a varié en fonction de leur disponibilité et des stratégies de cueillette de données. Il importe de préciser en effet que le programme d'activités, bien qu'étant l'objet de la recherche, s'est déroulé comme une activité indépendante puisqu'il n'impliquait pas nécessairement un engagement dans la recherche. Ce sont donc les personnes ayant consenti à participer à la recherche qui ont été rencontrées pour la cueillette de données.

3.4 Démarche de certification déontologique

Afin de respecter le cadre déontologique de la recherche à l'UQAM, nous avons effectué une demande d'approbation aux comités d'éthique de la recherche pour les projets étudiants (CERPE) impliquant des êtres humains. La démarche d'approbation impliquait de suivre la formation (en ligne) d'éthique de la recherche offerte par le Groupe consultatif interagences en éthique de la recherche (Annexe A), en plus de remplir le formulaire de demande complète du CERPE sur les enjeux éthiques de ce projet (Annexe B).

À ce sujet, l'un des principaux enjeux éthiques qu'a soulevé ce projet est la dissociation entre les activités du programme *BiodiverCité* et celles de la recherche, telle que mentionnée plus haut. Le double rôle qu'ont joué les collaboratrices et moi-même dans le cadre de cette recherche-développement a suscité certains questionnements éthiques. En fait, nous devons à la fois porter un regard critique sur le programme d'activités en plus d'y participer activement en tant qu'animatrices et professeure. En raison de cette situation, nous avons adopté des dispositions afin de dissocier l'évaluation des apprentissages académiques des données recueillies pour la recherche. En fait, le contexte de l'éducation formel intègre généralement un rapport d'autorité de l'agent vers le sujet. Par conséquent, nous devons déconstruire cette relation d'influence et clarifier que la participation à la recherche n'était en aucun cas obligatoire pour les étudiant.e.s inscrit.e.s au cours de biologie et que les abstentions ne seraient pas pénalisées. À cet effet, nous avons organisé dès le départ une rencontre entre collaboratrices dans le but de nous approprier les règles d'éthique et les enjeux liés au projet de recherche.

3.5 Déroutement de la recherche

Les principales étapes de la recherche-développement sont présentées dans le tableau 3.1, en distinguant les activités liées au développement du programme *BiodiverCité* et celles qui sont spécifiques aux étapes de la recherche.

TABLEAU 3.2 Étapes et échéancier de cette recherche-développement

VOLET DÉVELOPPEMENT	
Préparation du document de présentation du projet pédagogique et du programme d'activités	Janvier 2016
Recrutement des cégeps (Annexe C)	Février 2016
Rencontres et communications avec les responsables du cégep participant	Février-juillet 2016
Recrutement des intervenant.e.s	Mai-juillet 2016
Recrutement des étudiant.e.s collégiaux (Annexe D)	Avril-mai 2016
Élaboration des activités et de l'horaire	Février-juillet 2016
Achat du matériel	Juillet-août 2016
Formation des intervenantes	Août 2016
Mise à l'essai avec le 1er groupe	8-12 août 2016
Mise à l'essai avec le 2e groupe	15-19 août 2016

VOLET RECHERCHE	
DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE	
Cueillette de données (questionnaire 1)	Avril 2016
Recension et analyse des documents offrant de l'information sur la situation initiale	Février-avril 2016
PLANIFICATION ET CONCEPTION DU PROGRAMME	
Recension des écrits permettant de choisir les fondements, approches, stratégies et démarche du programme en question	Janvier-avril 2016
Élaboration des questionnaires, des guides d'entrevue et du guide pour le groupe de discussion	Juin 2016
MISE À L'ESSAI ET VALIDATION DU PROGRAMME	
Cueillette de données (observation participante, groupe de discussion et questionnaires)	8-19 août 2016
Cueillette de données (entrevues)	Septembre 2016
AJUSTEMENT ET RÉVISION	
Traitement et analyse des données; discussion des résultats	Septembre 2016-avril 2017
RÉDACTION ET DIFFUSION DE LA RECHERCHE	
Rédaction du mémoire	Janvier 2017- juin 2018
Diffusion des résultats partiels	Mars-décembre 2017

3.6 Stratégies de cueillette et d'analyse des données

Dans cette section, la cueillette et l'analyse des données seront présentées en fonction des étapes de la recherche-développement (Tableau 3.2). Plusieurs stratégies seront utilisées à chaque étape de la démarche méthodologique dans une perspective de complémentarité.

TABLEAU 3.3 Synthèse des objectifs ciblés, des participant.e.s et des stratégies de cueillette et d'analyse de données associées à chacune des étapes de la démarche méthodologique

ÉTAPE DE LA DÉMARCHÉ	OBJECTIFS CIBLÉS	PARTICIPANT.E.S	STRATÉGIES DE CUEILLETTE	STRATÉGIES D'ANALYSE
Diagnostic de la situation initiale	1 (1.1 et 1.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Étudiant.e.s 	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche documentaire • Questionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse statistique • Analyse thématique • Analyse par catégories conceptualisantes
Planification et conception du programme	2 (2.1 et 2.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Naturalistes GUEPE • Professeure du collège 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de travail collaboratif 	
Mise à l'essai et validation du programme	3 (3.1, 3.2 et 3.3)	<ul style="list-style-type: none"> • Étudiant.e.s • Naturalistes GUEPE • Professeure du collège 	<ul style="list-style-type: none"> • Observation participante • Questionnaire • Groupe de discussion • Entrevues • Évaluations 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse thématique • Analyse par catégories conceptualisantes
Ajustement et révision	4	<ul style="list-style-type: none"> • Étudiant.e.s • Naturalistes GUEPE • Professeure du collège 	<ul style="list-style-type: none"> • Questionnaire • Groupe de discussion • Entrevues 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse thématique

3.6.1 Diagnostic de la situation initiale

Afin de caractériser le contexte pédagogique initial, nous avons cerné le profil des étudiant.e.s inscrit.e.s au programme d'activités et examiné l'échéancier et le plan du cours 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant ». Pour ce faire, nous avons eu recours à la stratégie du questionnaire et de la recherche documentaire.

3.6.1.1 Stratégies de cueillette

Un premier questionnaire a été remis aux étudiant.e.s lors de la rencontre d'inscription au programme *BiodiverCité* qui a eu lieu en avril 2017 et l'ensemble des participant.e.s y ont répondu, soit 47 étudiant.e.s. Ce questionnaire comportait huit questions se répartissant en quatre thèmes, soit l'« environnement », les « enjeux environnementaux », l'« engagement environnemental » et le « programme » (Annexe E). Plus précisément, ce questionnaire permettait de saisir le niveau de compréhension initiale des étudiant.e.s au regard de différents concepts abordés durant le programme. De plus, ce questionnaire constituait une stratégie de cueillette des intérêts/questionnements des étudiant.e.s relatifs à l'environnement, ainsi que leurs motivations à participer au programme. La plupart des questions ont fait appel à une réponse de quelques mots ou à un court développement.

La stratégie du questionnaire permet de saisir la perspective de chaque étudiant.e en proposant un mode d'expression individuelle pour présenter son point de vue, ses attentes, sa compréhension des choses, ses observations et ses recommandations. Ce type de questionnaire permet de diminuer les influences externes et les malaises qui pourraient être éprouvés quand il s'agit de répondre à certaines questions en grand groupe (Gauthier, 2009).

Par ailleurs, nous avons effectué une recherche documentaire afin de faire un examen des objets, des stratégies et des approches pédagogiques adoptées dans le segment de cours NYA qu'il convenait d'intégrer au programme d'activités. Pour ce faire, nous avons utilisé le plan de cours, le cahier de laboratoire, ainsi que les feuilles de route pour les examens théoriques et de laboratoire. Tous ces éléments ont constitué des données importantes permettant de caractériser le contexte initial du cours.

3.6.1.2 Stratégies d'analyse

Dans le but d'analyser cette situation, nous avons eu recours aux stratégies de l'analyse thématique, de l'analyse par catégories conceptualisantes (Paillé et Musshieli, 2012) et de l'analyse statistique, selon les différents types de données récoltées lors de cette étape.

Premièrement, l'analyse thématique (Paillé et Musshieli, 2012) a permis de repérer, d'identifier et de regrouper les intérêts des étudiant.e.s envers l'environnement. De manière générale, l'analyse thématique a pour but « la transposition d'un corpus donné en un certain nombre de thèmes représentatifs du contenu analysé, et ce, relativement à l'orientation de la recherche » (Paillé et Mucchielli, 2012). Par la suite, ces thèmes ont été mis en relation (fusionnés, regroupés, hiérarchisés) afin de construire une schématisation (Paillé et Mucchielli, 2012). Nous souhaitons en effet tenir compte de ces intérêts pour la réalisation du programme. Par ailleurs, l'analyse thématique a également permis d'examiner la documentation relative au cours NYA. Le but était de créer à partir de ces documents, une schématisation résumant le contenu, les approches et les stratégies pédagogiques initialement présents dans la portion du cours à laquelle a été associé notre programme d'activités.

Deuxièmement, l'analyse statistique a servi à organiser les données quantitatives du questionnaire initial afin d'établir un profil global du groupe. Parmi ces données, nous retrouvons l'âge, le genre, les disciplines universitaires d'intérêts et les conceptions de l'environnement. Ces informations ont été principalement transformées en pourcentage et résumées dans des tableaux ou diagrammes.

Finalement, l'analyse par catégories conceptualisantes a été utilisée afin d'aller au-delà de la stricte analyse descriptive. De façon générale, l'analyse par catégories conceptualisantes définit la catégorie « comme une production textuelle se présentant sous la forme d'une brève expression et permettant de dénommer un phénomène perceptible à travers une lecture conceptuelle d'un matériau de recherche. » (Paillé et

Mucchielli, 2012). Cette analyse s'est déroulée selon une démarche inductive (induction théorisante) ou déductive (déduction interprétative). Cette stratégie d'analyse a permis de mettre en lumière certains concepts ou phénomènes présents dans la situation initiale.

3.6.2 Conception du programme *BiodiverCité*

Considérant la dimension collaborative de la recherche et la nécessité d'ouvrir un dialogue entre les praticien.ne.s et chercheur.se.s (Desgagné, 2001), l'étape de conception du programme *BiodiverCité* s'est principalement déroulée à travers des ateliers de travail collaboratif. Cette stratégie a permis de créer un espace de réflexions et de discussion pour l'échange de savoir théorique et pratique entre les différentes collaboratrices. Une quinzaine d'ateliers ont été réalisés tout au long de l'étape de conception du programme et de planification de son déroulement, dont 11 avec la professeure de biologie du Collège Bois-de-Boulogne et 4 avec les responsables du GUEPE. Ces ateliers se sont déroulés de février à août 2016 selon l'horaire des personnes impliquées et l'ampleur du travail qui était à effectuer.

Les ateliers ont contribué au processus de cueillette de données : des comptes-rendus écrits lors de l'atelier et après la rencontre ont été produits. Les aspects de planification qui ont été abordés lors de ces rencontres sont les suivants : les objectifs, les approches, les stratégies d'apprentissage, le matériel pédagogique, l'horaire, les lieux, les modalités d'évaluation du programme, etc. Cette stratégie a donc été au cœur du développement du programme d'activités. Mais aussi, à travers les comptes-rendus des rencontres, nous avons noté des réflexions concernant les avantages, les enjeux, les suggestions et les commentaires relatifs à la démarche de développement. Ces données ont été analysées dans le cadre de la validation du programme.

3.6.3 Validation du programme *BiodiverCité*

La validation du programme était associée à trois objectifs spécifiques de la recherche, soit vérifier l'intérêt soulevé par le programme auprès des étudiant.e.s (3.1), vérifier l'atteinte des objectifs d'apprentissage (3.2) et identifier les avantages, les limites et les enjeux du programme (3.3). Dans les prochaines sections, nous aborderons conjointement les stratégies de cueillette de données et d'analyse relatives aux objectifs 3.1 et 3.3 et présenterons finalement les stratégies associées à l'objectif 3.2.

3.6.3.1 Intérêts, avantages, enjeux et limites

Les données relatives aux objectifs 3.1 et 3.3 ont été récoltées par observation participante, un deuxième questionnaire, des entrevues et des groupes de discussion. D'une part, l'observation participante a été mobilisée afin d'examiner globalement le contexte de développement et de mise à l'essai du programme selon la triple perspective d'éducatrice-naturaliste, de coordonnatrice du programme *BiodiverCité* et de chercheuse. Lors du déroulement du programme, j'ai coordonné l'horaire des activités, le matériel, ainsi que les intervenant.e.s, en plus d'animer certaines des activités en collaboration avec des collègues du GUEPE et la professeure du collège. Tout au long de cette étape, j'ai consigné des notes descriptives, analytiques et personnelles des événements dans une grille d'observation (Annexe F). Cette dernière comprenait différents éléments, tels que le nom et le type d'activité, le lieu, la durée de l'activité, l'usage du matériel, le déroulement, les sujets abordés, les questions posées et les manifestations d'intérêt de la part des participant.e.s, ainsi que les incidents critiques. Gauthier (2009) mentionne que les objectifs de l'observation participante « dépassent la seule description des composantes d'une situation sociale et insistent sur l'importance d'en repérer le sens, l'orientation et la dynamique. »

D'autre part, nous voulions impliquer directement les étudiant.e.s dans l'analyse de leurs intérêts envers le programme d'activités, mais aussi dans la validation générale

du projet. Pour ce faire, nous avons remis un second questionnaire à la fin de la dernière journée de programme. Ce questionnaire était composé de huit questions réparties en deux thèmes, soit l'« engagement environnemental » et le « programme » (Annexe G). La structure des questions était similaire à celle du premier questionnaire. Lors de la mise à l'essai du programme *BiodiverCité* avec le premier groupe, seulement deux personnes y ont répondu sur un total de 25 participant.e.s. Cette faible participation est majoritairement attribuable à l'heure tardive à laquelle la dernière journée s'est terminée. En fait, les étudiant.e.s pouvaient prendre le questionnaire avec eux/elles et le remplir ultérieurement, mais très peu de personnes l'ont rapporté. Toutefois, pour le deuxième groupe, 16 participant.e.s l'ont rempli sur place sur un total de 22 étudiant.e.s dans ce groupe.

Par ailleurs, nous avons organisé, à la fin de la dernière journée du programme, un groupe de discussion permettant de compléter les informations récoltées par le questionnaire. Nous souhaitons que cette stratégie offre aux participant.e.s la possibilité d'interagir sur les questions posées afin de faire émerger potentiellement de nouvelles pistes de réflexion (Gauthier, 2009). De plus, cette stratégie permet d'approfondir certaines questions qui peuvent être plus difficiles à développer à l'écrit. Concrètement, nous avons rencontré 8 étudiant.e.s lors de la mise à l'essai avec le premier groupe et 22 avec le second groupe. La discussion a suivi le fil conducteur du guide préparé à cet effet (Annexe H). Ce guide comportait une phase d'introduction où nous avons présenté le déroulement de la discussion. Par la suite, nous avons abordé huit questions qui sont réparties en deux thématiques, soit le « programme » et l'« engagement environnemental ». Ces discussions ont duré respectivement 30 et 40 minutes et ont été enregistrées sur support audio. Ces enregistrements ont par la suite été retranscrits sous forme de verbatims afin de pouvoir analyser les interventions des participant.e.s.

Par ailleurs, les collaboratrices du projet ont aussi contribué à la validation du programme *BiodiverCité*. Pour ce faire, nous avons organisé deux entrevues, l'une avec la professeure du Collège Bois-de-Boulogne et l'autre avec les deux responsables du GUEPE. Ces entrevues semi-dirigées ont eu lieu à la suite de l'expérimentation du programme et ont duré approximativement une heure chacune. Nous avons élaboré un guide de discussion (Annexe I) servant de fil conducteur à ces rencontres. Ce guide comportait vingt questions réparties en neuf thématiques, soit « objectifs d'apprentissage », « stratégies pédagogiques », « approches pédagogiques », « horaire et lieux », « matériels pédagogiques », « intervenant.e.s », « évaluations », « enjeux d'intégration » et « recommandations ». Ces deux entrevues ont donc permis de recueillir les avis des collaboratrices.

Stratégies d'analyse

L'analyse thématique (Paillé et Mucchielli, 2012) fut déployée afin d'identifier les intérêts des étudiant.e.s relativement au programme. Les intérêts pouvaient porter autant sur des éléments spécifiques que sur des aspects plus globaux du programme. Nous avons noté particulièrement l'objet d'intérêt et les indices qui y sont associés. L'intérêt des étudiant.e.s envers le programme *BiodiverCité* sera présenté dans la section des avantages du chapitre des résultats.

Finalement, l'analyse des avantages, enjeux et limites de cette recherche a été abordée en différentes étapes. Premièrement, les données pertinentes ont été classées en avantage, enjeu et/ou limite. Deuxièmement, au sein de chacune de ces catégories de données, nous avons regroupé les éléments faisant référence à des idées ou thématiques similaires. Finalement, ces données ont aussi été analysées afin d'en ressortir des catégories conceptualisantes (Paillé et Mucchielli, 2012) soit par induction théorisante ou déduction interprétative.

3.6.3.2 Atteinte des objectifs d'apprentissage

La conception et l'atteinte des objectifs d'apprentissage de notre programme d'activités feront l'objet d'une des sections du prochain chapitre. Mentionnons ici brièvement ces objectifs :

1. Comprendre la complexité des problématiques environnementales et le rôle de l'interdisciplinarité dans l'analyse de celles-ci (connaissances).
2. Acquérir un savoir-faire au regard de l'examen et de la résolution de ces problématiques (savoir-faire).
3. Développer sa propre perspective critique en ce qui concerne la relation entre l'humain et son environnement (savoir-être).

Il s'agit respectivement d'éléments de compétences (connaissances, savoir-faire et savoir-être) permettant de contribuer au développement de deux compétences écocitoyennes qui ont été considérées lors du programme :

- Participer efficacement à un débat sur une question socio-environnementale.
- Écrire un mémoire dans le cadre d'une audience publique.

Le débat a pris la forme d'un jeu de rôles où les étudiant.e.s ont incarné différents acteurs (ou parties prenantes) d'une problématique environnementale sélectionnée. La seconde compétence était la production d'un mémoire impliquant l'analyse d'une problématique environnementale choisie et une prise de position à l'égard de celle-ci. L'analyse de ces deux activités sommatives (débat et mémoire) a permis de vérifier le développement de compétences (et des éléments de compétences) reliées au savoir-agir écocitoyen.

Également, les données récoltées par l'observation participante, les deux questionnaires, les groupes de discussion, ainsi que les deux entrevues effectuées avec la professeure du collège et le GUEPE ont contribué à enrichir l'ensemble de données permettant d'examiner le développement des éléments de compétences et des compétences écocitoyennes visées par le programme.

Stratégie d'analyse

Nous avons relevé les éléments se rattachant à chacun des objectifs d'apprentissage en effectuant une analyse thématique des données recueillies. Pour chaque objectif d'apprentissage, nous avons formé des groupes thématiques en fonction des éléments de compétences (savoir-faire, savoir et savoir-être). Par exemple, en ce qui concerne l'analyse des connaissances développées par les participant.e.s au regard de la problématique environnementale, nous avons regroupé l'ensemble des enjeux socio-écologiques abordés lors de la mise en oeuvre du programme et les avons organisés au regard de différents aspects de la problématique globale de perte de biodiversité (économique, socioculturel, écologique, politique et législatif).

Lorsque cela s'y prêtait, nous avons aussi observé l'évolution des éléments de compétences (savoir-faire, savoir et savoir-être) chez les étudiant.e.s tout au long du programme afin de commenter le processus d'apprentissage. De plus, nous avons effectué une réflexion générale sur l'intégration des trois éléments de compétences au sein des deux compétences principales qui étaient de produire un mémoire dans le cadre d'une audience publique et de participer efficacement à un débat sur une question socio-écologique.

3.6.4 Recommandations

À la lumière de leur expérience, les étudiant.e.s et intervenant.e.s ont participé à l'analyse du projet afin de souligner les éléments de contenu ou les aspects structurels ou stratégiques qui seraient à ajouter, à modifier ou à retirer. Ces recommandations ont été recueillies par différentes stratégies, telles que l'observation participante, le deuxième questionnaire, les groupes de discussions et les entretiens.

Stratégies d'analyse

Les recommandations ont fait l'objet d'une analyse thématique puisqu'il s'agissait ici de répertorier les éléments du programme à améliorer, modifier, retirer ou ajouter. Nous avons donc regroupé certains des résultats dans de grands thèmes d'éléments à ajuster (tels que le temps, le milieu et les stratégies pédagogiques). À chacun de ces thèmes, nous avons associé les recommandations formulées par les collaboratrices, les étudiant.e.s et lors de mes propres observations.

Nous présenterons dans le prochain chapitre les résultats issus de cette démarche méthodologique.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Dans ce chapitre, nous présenterons les principaux résultats de cette recherche-développement en fonction de ses quatre étapes, soit le diagnostic de la situation initiale, la conception du programme *BiodiverCité*, la validation de celui-ci et la formulation de recommandations. Au fil des sections, nous entamerons l'examen de certains des résultats afin de dégager de premières pistes de réflexion pour la discussion générale qui fera l'objet du chapitre 5.

4.1 Diagnostic de la situation initiale

Le diagnostic de la situation initiale constitue la pierre d'assise de ce projet, ainsi que le premier objectif de la recherche. Nous rappelons que le contexte d'intégration du programme *BiodiverCité* est le curriculum pré-universitaire de sciences de la nature du Collège Bois-de-Boulogne. Le collège est un cégep public se situant sur l'île de Montréal. D'un point de vue général, les valeurs promues par ce collège sont « l'innovation et la poursuite de l'excellence », « l'engagement et le respect de soi, des autres et de l'institution » et « l'intégrité de la personne et l'équité à l'égard de chacun ». En ce qui concerne les programmes scientifiques, le cégep détient une « tradition d'excellence » particulièrement dans les domaines des sciences de la santé et des sciences « pures » (Collège Bois-de-Boulogne, 2015a). Nous désirions approfondir un peu plus ce contexte afin d'adapter la proposition pédagogique à la réalité du milieu et à celle des personnes participant au programme *BiodiverCité*. D'une part, dans les prochaines sections, l'attention sera portée sur le « qui » : qui

étaient ces personnes intéressées à la formule éducative du programme? D'autre part, nous présenterons les résultats relatifs au contexte du cours 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant ».

4.1.1 Portrait des participant.e.s

Suite à l'analyse du premier questionnaire rempli par l'ensemble des participant.e.s (47 personnes), nous avons pu établir un portrait global du groupe. Celui-ci était composé d'une proportion pratiquement égale d'hommes (47%) et de femmes (53%) âgé.e.s entre 17 à 19 ans. Nous avons interrogé ces personnes sur les disciplines universitaires qu'elles envisageaient pour la poursuite de leurs études (Tableau 4.1) afin d'explorer leurs intérêts académiques. Selon les résultats obtenus, nous pouvons observer que la majorité (62%) des participant.e.s sont intéressé.e.s à continuer leurs études en sciences de la santé et parmi ces personnes, nous retrouvons une grande proportion visant la médecine (32%). Une autre partie du groupe est intéressée par les sciences naturelles (24%), dont l'ingénierie (18%). Nous pouvons aussi souligner qu'une petite partie du groupe envisage d'étudier dans le domaine des sciences humaines (11%), telles que le droit, l'architecture ou l'éducation. Au regard de ces résultats, nous pouvons noter que l'écologie et l'environnement ne figurent pas à première vue parmi les intérêts professionnels des étudiant.e.s. Toutefois, l'intérêt pour ces domaines pourrait se situer dans des zones extrascolaires ou récréatives. À cet effet, les prochains résultats portent sur l'analyse du profil environnemental des participant.e.s.

Premièrement, nous avons caractérisé les représentations de l'environnement des étudiant.e.s à l'aide de différentes sections du questionnaire. Cette caractérisation reposait sur les réponses à deux questions, l'une concernant l'identification de 3 images mentales correspondant à l'idée d'environnement et l'autre invitant à fournir leur définition de l'environnement. La représentation de l'environnement « nature » est ressortie abondamment dans les réponses aux deux questions (Figure 4.1). En fait,

des mots reliés à la faune et à la flore, ainsi qu'à des images de milieux naturels (rivière, forêt, lac, montagne, etc.) composaient ce lexique conceptuel. De plus, la représentation de l'environnement « milieu de vie » a été évoquée régulièrement dans les définitions, alors qu'elle était absente des séries d'images mentales. En effet, nous retrouvons plusieurs définitions reliant l'environnement à « tout ce qui nous entoure » ou au concept d' « habitat » et de « milieu ».

TABLEAU 4.1 Programmes universitaires envisagés par les participant.e.s

PROGRAMMES UNIVERSITAIRES ENVISAGÉS	%
Sciences naturelles	24
Ingénierie	18
Autres	6
Sciences de la santé	63
Médecine	32
Pharmacie	11
Autres	20
Sciences humaines	11
Je ne sais pas	1

Ces résultats montrent l'importance d'utiliser différentes stratégies pour caractériser ce genre de représentation. Les images sont importantes, car elles permettent de s'immiscer dans l'imaginaire de ces personnes. Toutefois, elles ne précisent pas si la forêt ou le ruisseau sont ceux de leur environnement de proximité ou de fréquentation ou simplement des éléments génériques. En résumé, la représentation générale est celle de l'environnement naturel local et par ce résultat nous notons peu de référence à la position de l'être humain au sein de cette trame de vie.

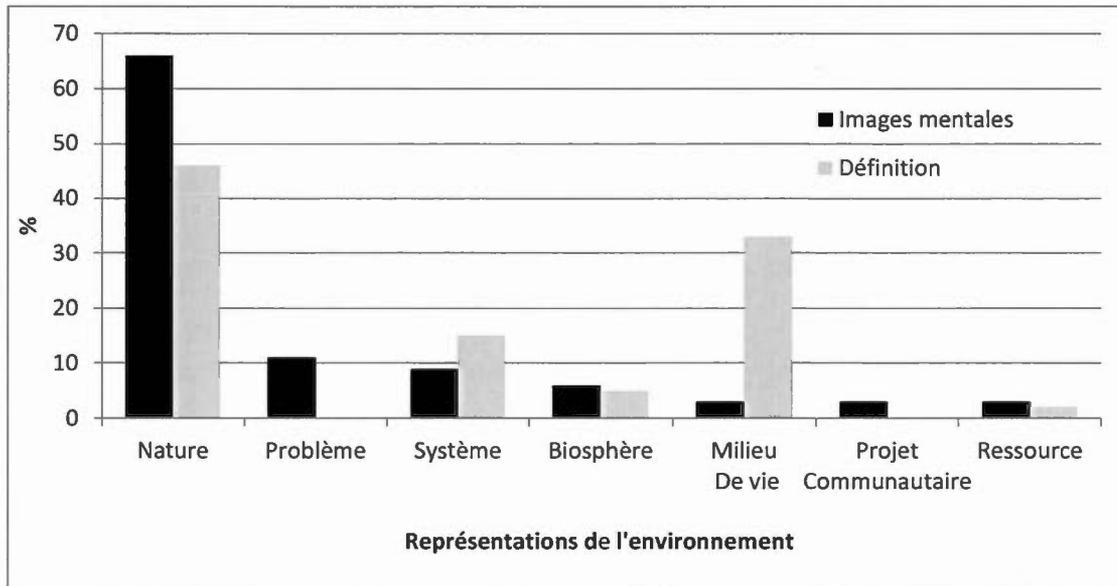


FIGURE 4.1 Représentations de l'environnement dans les séries d'images mentales et des définitions fournies par les participant.e.s

Néanmoins, la relation humain-environnement est omniprésente dans les sujets que les participant.e.s souhaitent étudier dans le cadre du programme d'activités (Figure 4.2). En fait, les étudiant.e.s semblent porter un intérêt particulier aux modalités d'actions possibles sur les réalités environnementales et à l'impact que peut avoir l'être humain sur l'environnement. L'« environnement problème » se déploie en une diversité de thématiques, telle que la contamination, les changements climatiques, l'élevage intensif, la surconsommation, etc. Quelques participant.e.s désirent aussi discuter de la faune et la flore locales, ainsi que de la dynamique des communautés et des écosystèmes.

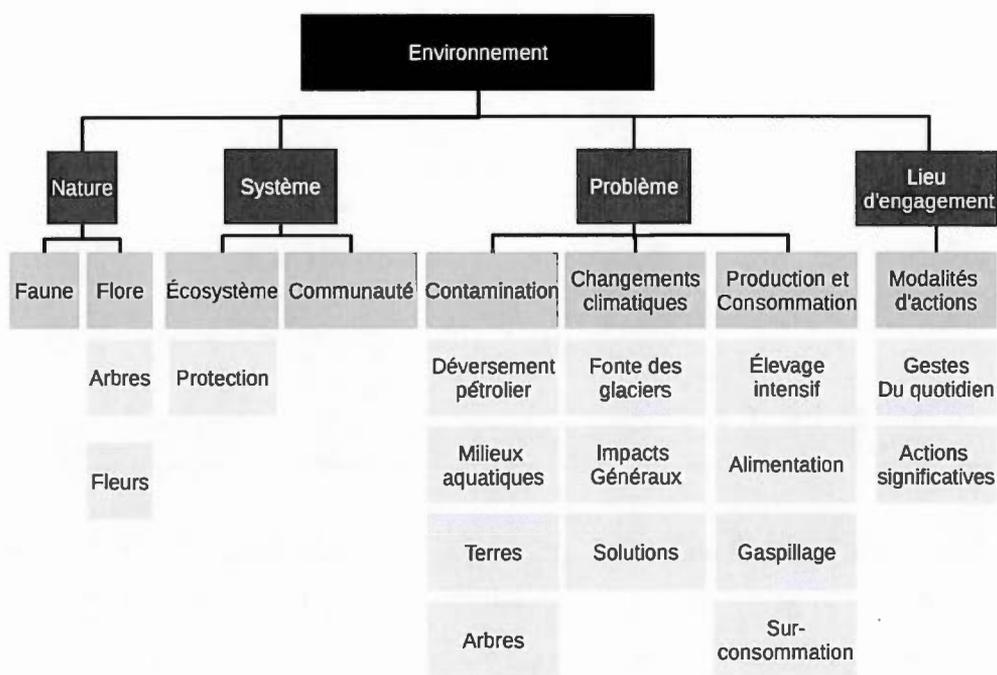


FIGURE 4.2 Schématisation des sujets d'intérêt relatifs à l'environnement que les participant.e.s souhaitent aborder lors du programme *BiodiverCité*

Nous avons noté aussi que l'environnement comme « lieu d'engagement » figure parmi les intérêts de certaines personnes, ce qui constituait un premier résultat encourageant pour l'intégration de compétences écocitoyennes au sein du programme. Nous nous sommes également intéressés aux actions d'engagement environnemental que les participant.e.s avaient déjà entrepris (Tableau 4.2) ou souhaitaient entreprendre (Tableau 4.3). Ces éléments ont permis de constater le degré d'engagement des personnes, mais aussi de clarifier ce qu'elles définissent comme étant des actions d'engagement environnemental.

TABLEAU 4.2 Engagements environnementaux antérieurs des participant.e.s

ENGAGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX ANTÉRIEURS	%
Comportements pro-environnementaux	53
Recyclage	17
Compost	9
Transport en commun	9
Alimentation responsable	8
Autres	10
Actions collectives	22
Aucun	25

D'abord, on observe que le quart du groupe n'avait jamais entrepris d'actions manifestant un engagement environnemental. Presque la moitié du groupe (53%) a mentionné s'engager dans des actions, telles que le recyclage, le compostage ou l'utilisation du transport en commun. Nous avons regroupé ces dernières sous la thématique de comportements pro-environnementaux (Comeau, 2010) puisqu'il s'agit d'actions individuelles, certes importantes, mais dépourvues d'une dimension critique et politique. Une autre partie du groupe (22%) avait déjà entrepris des actions collectives à visée environnementale, telle que de la récolte de déchet collective de quartier, des campagnes de plantation d'arbres, du bénévolat, des projets parascolaires, etc.

Par ailleurs, les projets d'engagements environnementaux souhaités par les participant.e.s regroupent des idées similaires à celles déjà présentées, mais ne comportent pas la même proportion d'actions collectives et individuelles (Tableau 4.3). L'un des principaux éléments à retenir serait que les étudiant.e.s souhaitent entreprendre des actions environnementales collectives, ce qui constitue un point d'ancrage très pertinent pour discuter d'écocitoyenneté. De plus, une partie de ce groupe est à la recherche d'idées d'engagement, ce qui montre la pertinence de faire appel à des activités relatives au savoir-agir environnemental.

TABLEAU 4.3 Projets d'engagements environnementaux des participant.e.s

PROJETS D'ENGAGEMENT À TENEUR ENVIRONNEMENTALE	%
Changer des comportements du quotidien	41
Déplacements	9
Faire du compost	9
Devenir végétarien.ne.s	6
Utiliser moins de plastique non-réutilisable	4
Autres	13
Actions collectives	41
Sensibiliser son entourage	13
Faire du bénévolat	7
S'intégrer à des groupes environnementaux	7
Autres	13
Ne sais pas quoi faire	13
Ne pense pas entreprendre d'actions	6

Enfin, nous présenterons les principales motivations qui ont porté les étudiant.e.s à s'inscrire au programme d'activités que nous proposons. La motivation la plus fréquente fut au sujet de l'« approche de terrain ». Nous avons regroupé sous ce thème tous les arguments concernant l'intérêt pour l'immersion en nature et l'application de la théorie dans un milieu concret. Nous notons donc que l'intégration du programme dans un milieu naturel a constitué une source non négligeable d'intérêt de la part des étudiant.e.s. À cet effet, la « recherche d'une éducation dynamique » a été un élément de motivation fréquemment mentionné dans les réponses des participant.e.s. Il semble que ces personnes soient à la recherche d'une plus grande implication active au sein de leur formation afin d'être engagées dans leurs apprentissages.

Un autre élément valorisé par les étudiant.e.s était la structure et la période durant laquelle le programme d'activités fut proposé, soit avant le début de la session

normale d'automne. Ce programme s'insérait au cours régulier de biologie 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant », remplaçant les 5 dernières semaines de celui-ci. Cette configuration permettait d'alléger la fin de session des participant.e.s, déjà bien occupée par la plupart des examens finaux des autres disciplines. Finalement, un des derniers éléments de motivation majeurs que nous avons noté est l'intérêt pour les sujets abordés dans le programme *BiodiverCité*. En effet, plusieurs participant.e.s ont mentionné être initialement intéressé.e.s par la biologie, la nature ou l'environnement.

TABLEAU 4.4 Motivations des participant.e.s à participer au programme *BiodiverCité*

MOTIVATIONS	%
Approche de terrain	30
Recherche d'une éducation dynamique	13
Alléger la fin de session	22
Intérêt initial pour les sujets abordés	15
Autres	20

Pour terminer, considérant le caractère fondamental que revêtent ces derniers résultats au sein de cette recherche, il nous importe d'analyser en contexte ces éléments de motivation afin d'offrir des pistes de réflexion pour la validation du programme *BiodiverCité* et la discussion. En effet, notre travail serait voué à l'échec si aucun intérêt n'était soulevé de la part des participant.e.s envers le programme. Nous avons d'abord noté que le souci des étudiant.e.s pour « l'allègement de la session » est relié au paradigme éducatif présent en milieu collégial. En fait, l'éducation collégiale « met l'accent sur l'accumulation de connaissances et les modalités d'évaluation privilégient la vérification des connaissances à l'aide de tests exigeants » (Leroux, 2009). De plus, les étudiant.e.s du collégial doivent être inscrits à un minimum de

quatre cours pour être considérés à temps plein (Gouvernement du Québec, 2016c) et pour terminer un DEC en sciences de la nature en deux ans, illes doivent être inscrit.e.s à 7 cours par session (Collège Bois-de-Boulogne, 2015a). Cette situation entraîne certes une surcharge de travail pour les étudiant.e.s. De plus, dans le contexte des programmes préuniversitaires, les étudiant.e.s se retrouvent généralement dans un climat de compétitivité pour les notes s'illes aspirent à des programmes universitaires plus contingentés, tels que médecine, pharmacologie ou ingénierie (Université Laval, 2017). Au regard de cette situation, il est compréhensible que le programme *BiodiverCité* constitue un avantage organisationnel pour les étudiant.e.s. « Ce sera très avantageux, car ça permettra de me concentrer plus sur la matière puisque je n'aurai pas d'autres cours pendant cette semaine » (extrait des réponses au questionnaire d'un étudiant). Le fait d'utiliser une période hors session offre aux étudiant.e.s la possibilité de centrer l'ensemble de leurs efforts sur ce cours et de libérer des périodes durant la session pour étudier d'autres matières.

Une seconde motivation exprimée par les étudiant.e.s serait leur désir d'ancrer l'école dans un milieu de vie (Salomone, 2006-2007). À ce sujet, nous avons recueilli quelques témoignages qui soulignent cet intérêt:

On nous parle toujours de la théorie même si c'est en laboratoire. En conséquence, quand on sort de l'école pour entrer dans la société, on se sent comme un méné au milieu de l'océan. La vie est complètement différente que dans l'aquarium.

J'ai envie d'en apprendre davantage sur la biologie « réelle ». Et non simplement de lire un livre théorique.

Le programme représente une expérience unique. Le fait d'être directement dans la nature me motive dans mes travaux.
(Extraits de réponses au questionnaire initial)

Selon nos résultats, les étudiant.e.s désirent des approches plus expérientielles et dynamiques. Nous reviendrons sur ces sujets dans le prochain chapitre, mais notons

ici que l'approche de terrain favorise l'apprentissage et la « réussite scolaire » selon plusieurs études (American Institutes of Research, 2005; Barma et Bader, 2013; Lieberman, Hoody, et Lieberman, 2000; Rickinson et coll., 2004; The National Environmental Education & Training Foundation, 2000). Notre programme d'activités visait ainsi à engager les étudiant.e.s dans leurs apprentissages, et ce, dans un milieu concret et stimulant. Nous avons aussi travaillé activement à adapter le programme *BiodiverCité* aux intérêts des participant.e.s.

En résumé, ces étudiant.e.s, aspirant à différents milieux professionnels, ont choisi ce programme pour vivre une expérience en nature, dynamique et concrète leur permettant de se faire créditer une partie du cours NYA. L'environnement est un milieu naturel de proximité, mais les sujets dont illes souhaitent discuter sont davantage reliés aux problématiques environnementales et aux actions qu'illes peuvent poser pour les résoudre. Leurs engagements antérieurs sont principalement axés sur les comportements individuels et leurs projets d'engagement tendent à évoluer vers des actions collectives.

4.1.2 Contexte du cours 101-NYA-05

Suite à l'analyse du profil du groupe, le diagnostic portera à présent sur la section du cours 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant » qui sera mobilisé dans notre programme d'activités. Nous utiliserons à cet effet le modèle d'analyse des situations d'apprentissage de Legendre (1993) (Figures 4.3 et 4.4). Nous avons effectué l'analyse sur les segments théorique et pratique du cours que nous aborderons l'un à la suite de l'autre. Tout d'abord, ces deux segments comportent un objet d'apprentissage commun, soit de permettre aux étudiant.e.s de « distinguer les relations entre les structures et les fonctions de certains niveaux d'organisation du vivant » et d'« analyser l'intégration du vivant dans son milieu » .

Le segment théorique du cours se déroule dans une salle de laboratoire où sont regroupées de 25 à 30 étudiant.e.s. La professeure transmet la matière du cours par

des exposés interactifs, où elle présente une partie de la matière théorique à l'aide d'un PowerPoint. Les cours abordent les caractéristiques (anatomie, alimentation, développement, milieu de vie, reproduction, etc.) propres à différents groupes, embranchements et classes du vivant, soit les bactéries, les protistes, les végétaux, les eumycètes, les invertébrés et vertébrés. De plus, la professeure approfondit certains concepts reliés à l'écologie, tels que les écosystèmes, les communautés, les populations, les cycles biogéochimiques et la succession écologique. Parallèlement, la professeure initie les étudiant.e.s aux étapes de la démarche scientifique.

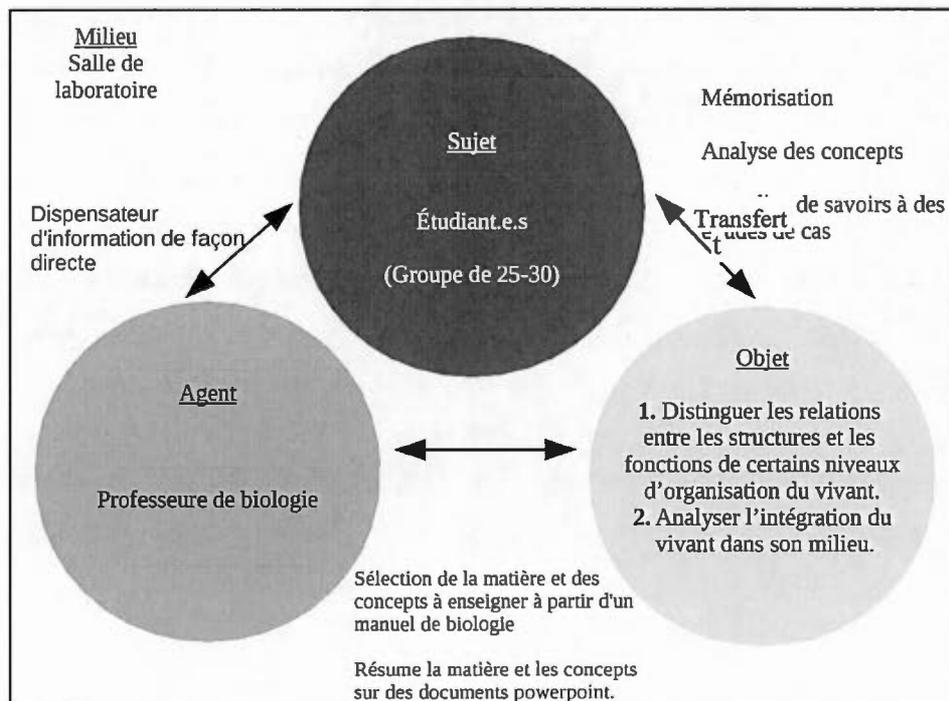


FIGURE 4.3 Représentation de la situation pédagogique au sein du segment théorique du cours 101-NYA-05 (Inspiré de Legendre, 1993)

Les étudiant.e.s approchent généralement l'objet à l'étude par mémorisation, par l'analyse des concepts et par l'application de la matière à des cas plus concrets. L'évaluation des apprentissages pour le segment théorique s'effectue par des examens

écrits où les étudiant.e.s doivent montrer qu'elles connaissent, comprennent, et peuvent identifier et représenter des éléments relatifs à la matière abordée en classe.

Quant au segment pratique du cours, il traite les objectifs d'apprentissage sous un angle plus concret. Lors des laboratoires, les étudiant.e.s sont invité.e.s à participer à des activités d'identification des structures anatomiques propres à différents groupes, embranchements et classes du vivant. Cette identification se déroule par de l'observation de spécimens naturalisés, de squelettes, de modèles et de lames à observer aux microscopes. De plus, ce segment de laboratoire vise à initier les étudiant.e.s à la microscopie, soit à l'utilisation d'un microscope optique et à l'identification de ses parties. Elles sont majoritairement autonomes lors de ces séances et doivent suivre le cahier de laboratoire qui comporte l'ensemble des protocoles d'identification et des exercices pédagogiques. La professeure et la technicienne de laboratoire sont présentes pour assurer une assistance technique et répondre aux questions. Les évaluations pour ce segment se déroulent sous la forme d'un rallye de stations où les étudiant.e.s ont un nombre limité de temps pour répondre aux questions de chacune des stations. Les étudiant.e.s sont aussi évalué.e.s sur leur savoir-être lors des séances (respect du matériel de laboratoire, ponctualité, participation lors du laboratoire, respect de ses collègues, etc.).

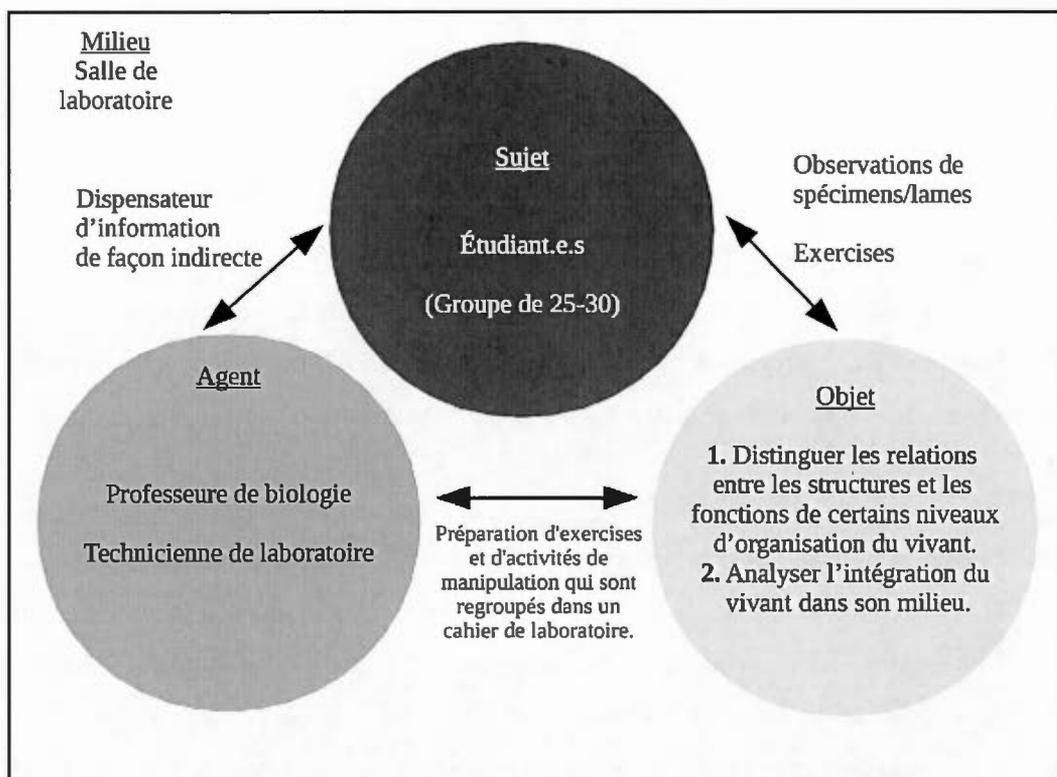


FIGURE 4.4 Représentation de la situation pédagogique au sein du segment pratique du cours 101-NYA-05 (Inspiré de Legendre, 1993)

Ce segment de cours comporte d'emblée des séances bien chargées en matière théorique et pratique. De plus, les évaluations apparaissent exigeantes considérant le niveau d'approfondissement et d'enrichissement du contenu du cours. Nous avons ainsi rencontré plusieurs limites pour le déploiement de notre programme d'activités puisqu'une grande partie de la matière et des évaluations devaient être conservée afin d'assurer une "égalité des chances" entre tou.te.s les étudiant.e.s de cette cohorte. Nous présenterons dans la prochaine section la planification de notre programme d'activités, soit les objectifs d'apprentissages, les approches et les stratégies adoptées dans le cadre des ateliers de travail collaboratif.

4.2 Planification du programme *BiodiverCité*

Rappelons d'abord que la planification du programme d'activités au regard du diagnostic initial constitue le deuxième objectif de cette recherche-développement. Nous tenons à souligner ici les efforts de créativité et de flexibilité déployés par notre équipe pour le développement de ce programme dans un contexte exigeant et contraignant à certains égards. Nous présenterons dans les sections suivantes les résultats de notre planification du programme *BiodiverCité*, soit les objectifs d'apprentissage, les approches, l'horaire et les activités.

4.2.1 Objectifs d'apprentissage

Le but initial de notre programme de formation est de « développer un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s du programme collégial de sciences de la nature ». Concernant le savoir-agir écocitoyen, les deux principales compétences écocitoyennes visées sont celles-ci :

- Produire un mémoire dans le cadre d'une audience publique.
- Participer efficacement à un débat sur une question socio-écologique.

Ce savoir-agir correspond à l'intégration de trois éléments de compétence, soit le savoir (connaissance), le savoir-faire et le savoir-être. Ces derniers mettent l'accent sur des éléments plus spécifiques des deux compétences globales que nous visons. Parmi ces éléments, nous poursuivons des objectifs d'apprentissages particuliers qui sont les suivants:

1. Comprendre la complexité des problématiques environnementales et le rôle de l'interdisciplinarité dans l'analyse de celles-ci (connaissances).
2. Acquérir un savoir-faire au regard de l'examen et de la résolution de ces problématiques (savoir-faire).
3. Développer sa propre perspective critique en ce qui concerne la relation entre l'humain et son environnement (savoir-être).

Nous avons aussi inclus dans le programme d'activités des objectifs du cours de biologie NYA « évolution et diversité du vivant », quelque peu modifiés ou bonifiés (gris):

1. Développer des savoirs relatifs au fonctionnement du vivant, à son organisation et à sa diversité;
 - 1.1. Apprendre à identifier, classer et caractériser des organismes vivants;
 - 1.2. Se familiariser avec les concepts de biodiversité, de perturbation et d'état alternatif;
 - 1.3. Apprendre à étudier le vivant à différentes échelles: individu, communauté et écosystème;
2. Développer un savoir-faire relatif à la démarche scientifique;
 - 2.1. Apprendre à exécuter des protocoles de laboratoires;
 - 2.2. Apprendre à utiliser différents instruments de laboratoire et de cueillette de données sur le terrain;
 - 2.3. Apprendre à analyser des données, à induire des résultats et à les interpréter;
 - 2.4. Développer des compétences en communication et en vulgarisation scientifiques.

Les objectifs 1.2 et 2 (gris) ont donc été enrichis. Des concepts clés dans le domaine de l'écologie tels que la biodiversité étaient déjà abordés, mais nous avons étoffé cette matière au regard des préoccupations actuelles soulevées dans ce domaine. Nous avons donc ajouté les concepts de « perturbation » et d'« état alternatif stable » pour discuter de biodiversité et d'écosystèmes. De plus, nous avons bonifié la section abordant la démarche scientifique. En effet, au lieu de l'analyser seulement en théorie, les objectifs visent à faire vivre la démarche scientifique concrètement, de la récolte des données à la communication des résultats.

Il faut signaler que les objectifs pédagogiques du cours de biologie ne seront pas spécifiquement évalués dans le cadre de notre recherche, bien qu'ils constituent des éléments non négligeables de l'atteinte des objectifs reliés à l'écocitoyenneté. En effet, « les savoirs relatifs au fonctionnement du vivant, à son organisation et à sa diversité » sont intrinsèquement reliés à l'acquisition d'un savoir-agir relatif aux problématiques environnementales. Ces savoirs permettent de découvrir le monde du vivant et de développer potentiellement une plus grande proximité envers celui-ci et favoriser une meilleure interaction.

4.2.2 Approches

Le choix d'approches pédagogiques appropriées fut notre deuxième tâche suite à la formulation des objectifs d'apprentissage (Tableau 4.5). La pédagogie (ou approche) de terrain (Sauvé, Villemagne et Orellana, 2003) constituait d'emblée un point central de ce projet. En fait, le GUEPE offrait l'opportunité de construire le programme d'activités dans le parc-nature du Bois-de-Liesse, ce qui donnait une occasion unique aux étudiant.e.s de découvrir l'un des parcs-nature de Montréal en compagnie d'éducateur.rice.s-naturalistes. L'approche de terrain fut aussi retenue considérant ses avantages pédagogiques. En effet, la recherche montre que les situations pédagogiques ancrées dans un milieu naturel stimulent l'émergence d'une sensibilité environnementale (Chawla, 1998), de compétences personnelles (estime de soi, motivation à apprendre, leadership, etc.) et sociales (coopération, résolution de conflit, relation de groupe, etc.) (American Institutes of Research, 2005), et d'une plus grande réussite académique (Lieberman et coll., 2000).

Parallèlement, nous avons retenu l'approche par problèmes et au sujet de questions vives (Sauvé, Villemagne et Orellana, 2003) afin d'associer l'ensemble du programme à une situation environnementale concrète, stimulante et accessible. Un tel choix d'approches pédagogiques est en effet de nature à favoriser le

développement de compétences critiques, éthiques et politiques chez les participant.e.s (Sauvé, 2013).

TABLEAU 4.5 Approches retenues dans le cadre du programme d'activités (Sauvé, Villemagne et Orellana , 2003)

APPROCHES PÉDAGOGIQUES GLOBALES
Pédagogie de résolution de problèmes
Pédagogie de terrain
Approche par controverse : les questions vives
APPROCHE RELATIVE AU PROCESSUS D'APPRENTISSAGE
Approche interdisciplinaire

Enfin, au regard des précédentes approches pédagogiques, le choix de l'approche interdisciplinaire s'imposait afin d'aborder les problématiques environnementales de façon globale. De plus, cette approche contribue aux décloisonnements des disciplines au sein de cadre formel et à la déconstruction d'une vision positiviste des sciences (Charland, 2008).

Dans la prochaine section, nous présenterons plus en détail les stratégies pédagogiques adoptées (Figure 4.5), en lien avec les activités et l'horaire.

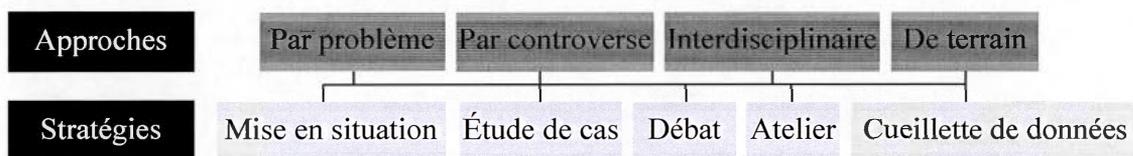


FIGURE 4.5 Approches et stratégies pédagogiques retenues pour le programme *BiodiverCité*

4.2.3 Stratégies et structure du programme *BiodiverCité*

En cohérence avec les objectifs d'apprentissages et les approches pédagogiques retenues, nous avons développé un programme d'activités de 26 heures se déroulant sur 5 jours. L'horaire du programme *BiodiverCité* (Figure 4.6) témoigne d'un compromis d'alternance entre des moments de cours théoriques et pratiques. En fait, l'horaire devait initialement respecter un ratio de trois heures de cours théorique pour deux heures de laboratoires. Toutefois, suite à des discussions et à un effort de concision de la partie théorique, nous avons obtenu plus de temps que prévu pour la section pratique et appliquée. La Figure 4.6 présente l'horaire initial du programme. Cette figure comprend l'ensemble des activités déjà prévues dans le cours (blanc) et les activités que nous avons développées spécialement pour le programme *BiodiverCité* (gris). Pour le jour 3, nous n'avons pas pu adapter les activités sur le terrain et celles-ci se sont déroulées au collège. Cette situation permettait de libérer les jours 4 et 5 pour des activités de terrain ou des ateliers liés au segment environnemental et écocitoyen.

Par souci de concision, nous présenterons simplement dans les paragraphes suivants un survol de la structure du programme et des principales activités. Les devis de chacune des activités et le cahier de terrain conçu pour l'accompagnement des étudiant.e.s lors du programme se trouvent respectivement en annexes J et K. Ce cahier constitue le support pédagogique principal du programme puisqu'il comporte l'ensemble des protocoles de terrains, des objectifs d'apprentissage, des exercices, des références et une grande partie de la matière. Certains exercices et segments théoriques du cahier de terrain sont tirés du cahier de laboratoire du cours de biologie « 101-NYA-05 » version 2015.

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5
Lieu	Parc-nature	Parc-nature	Collège	Parc-nature	Parc-nature
	Arrivé				
8h	Atelier d'introduction				
9h	Cours magistral bactéries et protistes	Cours magistral végétaux et eumycètes	Cours magistral invertébrés	Arrivé	
10h				Échantillonnage macroinvertébrés	Atelier communication scientifique
11h				Échantillonnage poissons	Cours changements climatiques
11h	Diner		Labo. invertébrés	Labo. vertébrés	Table de concertation
12h	Analyse physico-chimique cours d'eau	Diner			
13h	Analyse des échantillons de protistes	Rallye végétaux	Cours magistral vertébrés	Cours écologie	Colloque engagement environnemental
14h	Cours labo.	Atelier champignons		Atelier Ssc. environnement	
15h		Échantillonnage végétaux			Retour programme
15h	Départ				

FIGURE 4.6 Horaire initial du programme *BiodiverCité*

La première activité du programme, soit l'atelier d'introduction, visait à inviter les étudiant.e.s à participer à une mise en situation fictive, mais plausible:

Dans le cadre des rencontres organisées par le Bureau d'audiences publiques en environnement (BAPE), vous souhaitez déposer un mémoire concernant le passage d'un oléoduc au sein du parc-nature du Bois-de-Liesse sur l'île de Montréal et les risques pour la qualité du milieu. Vous êtes un groupe de scientifiques de formation et vous vous questionnez sur la biodiversité du lieu. Vous aimeriez échantillonner le milieu afin de mieux construire votre avis sur le projet. Vous êtes aussi des citoyen.ne.s averti.e.s qui s'intéressent aux aspects politiques, économiques, juridiques et sociaux du projet. Vous souhaitez ainsi présenter votre analyse de la situation de manière plus systémique en y intégrant des enjeux interdisciplinaires. Vous vous intéressez aussi, depuis peu, à la relation entre exploitation pétrolière et changements climatiques. Vous voudriez donc vulgariser ce sujet afin d'informer la population des enjeux actuels. Finalement, vous aimeriez aussi conclure votre mémoire en vous positionnant sur le projet d'oléoduc. Il vous importe de terminer sur une note constructive en donnant des recommandations pour la suite du projet ou en offrant des idées de projets alternatifs. (Extrait du cahier de terrain des étudiant.e.s)

Cette situation constituait le fil conducteur du programme *BiodiverCité* puisque l'ensemble des activités y était relié. L'exercice d'écriture du mémoire (mentionné dans la situation) représentait en quelque sorte l'activité intégratrice du programme puisqu'il visait à évaluer une grande partie des connaissances et des compétences acquises. Le choix de cette problématique s'est principalement basé sur les intérêts des étudiant.e.s. Nous voulions trouver une problématique, parmi celles qu'elles nous avaient proposées, qui était d'actualité, controversée et qu'on retrouvait dans la région de Montréal. Par conséquent, nous avons sélectionné la problématique des oléoducs d'autant plus que certains étudiants avaient mentionné spécifiquement leur intérêt de discuter du projet Énergie Est. Ainsi, nous avons développé l'ensemble des activités au regard de cette situation environnementale – réelle en ce qui concerne la problématique, mais fictive au regard de l'endroit du passage de l'oléoduc projeté.

D'une part, nous avons organisé des activités de terrain contribuant à l'analyse du projet d'oléoduc d'un point de vue biologique. En fait, nous avons transformé certains laboratoires sur la diversité du vivant en activités d'échantillonnage où les

étudiant.e.s étaient invité.e.s à récolter des données sur la biodiversité du parc (protistes, végétaux, invertébrés, et poissons). Ces activités permettaient d'explorer le milieu, d'apprendre à identifier et observer certaines espèces, de s'initier à des techniques d'échantillonnage et de comprendre les enjeux liés à certaines de ces espèces. De plus, plusieurs de ces activités étaient animées par des étudiant.e.s universitaires spécialistes du sujet, ce qui offrait une expérience d'autant plus enrichissante et approfondie.

D'autre part, nous avons organisé des activités abordant la problématique (mise en situation) sous un angle interdisciplinaire. En effet, nous avons invité des intervenant.e.s externes afin qu'illes animent des ateliers sur différents sujets, tels que les changements climatiques, la communication scientifique et les sciences de l'environnement. Ces ateliers ont permis d'approfondir la situation sur l'oléoduc, ainsi que d'autres problématiques environnementales. Ils offraient aussi un espace pour discuter ouvertement des problématiques, pour poser des questions et pour rencontrer des personnes spécialisées sur certains enjeux.

De plus, l'une des activités centrales du programme était la « table de concertation », c'est-à-dire un débat sur le projet Énergie Est de TransCanada. Cette activité nécessitait une étude de cas permettant de cerner les différentes positions et enjeux liés au développement des oléoducs. Pour ce faire, chaque équipe de 3 à 4 étudiant.e.s a été assignée à l'une des parties prenantes dans le débat, soit le Gouvernement fédéral, la compagnie TransCanada, le Centre québécois du droit de l'environnement, le groupe citoyen « Stop Oléoduc », la Communauté métropolitaine de Montréal et la Fédération des chambres de commerce du Québec. Il s'agissait aussi d'un jeu de rôle puisque les équipes devaient incarner la partie prenante qui leur était désignée. Ainsi, en vue de cette activité, chaque équipe devait préparer un argumentaire afin de discuter individuellement, face à face ou collectivement avec les autres groupes. Le débat offrait un espace concret pour clarifier, exposer et discuter

les différents enjeux d'ordre économique, politique, culturel, social et environnemental relié aux projets d'oléoduc. Les objectifs associés à cette activité étaient les suivants:

- Analyser les rôles, les valeurs et les interactions des différentes parties prenantes dans le débat sur l'oléoduc Énergie Est;
- Apprendre à construire des arguments pertinents et cohérents au sein d'une position;
- Développer des compétences critiques et politiques relatives à l'analyse de problématiques environnementales.

Finalement, le programme d'activités s'est terminé par un petit colloque sur l'engagement écocitoyen, où des invité.e.s du Centre québécois du droit de l'environnement (CQDE) et du Collectif de recherche en aménagement paysager et agriculture urbaine durable (CRAPAUD) de l'UQAM sont venus discuter d'action individuelle et collective en environnement. Le but de cette activité était d'aborder certains exemples de savoir-faire environnemental, et ce, par la présentation d'initiatives écocitoyennes à Montréal. Le CQDE a présenté des outils législatifs de recours collectifs en environnement, ainsi que certains cas notables de contestation citoyenne (projet Énergie Est et le cas de la rainette faux-grillons). De plus, le CRAPAUD a exposé les enjeux entourant les grandes cultures agricoles et a offert des pistes de réflexions pour développer une agriculture locale, biologique et durable de manière individuelle et collective.

Cependant, suite à quelques problèmes d'organisation, l'une des présentations n'a pas pu être offerte pour le deuxième groupe, ce qui a nécessité de combler cet espace dans l'horaire. Pour ce faire, nous avons organisé un atelier sur les préoccupations environnementales, où les étudiant.e.s devaient sélectionner et débattre de la problématique qu'elles trouvaient la plus critique parmi celles qui leur étaient

présentées. Cette activité a pris la forme d'un débat d'équipe à plusieurs étapes où la préoccupation la moins populaire était éliminée à chaque étape pour en finir avec une seule. Il s'agissait de préoccupations variées, telles que les changements climatiques, la surpopulation mondiale, la perte de biodiversité, la corruption gouvernementale, le désengagement des citoyen.ne.s relativement à l'environnement, etc. L'activité permettait de porter des positions plus personnelles et d'élaborer des arguments pour convaincre leurs pairs d'adhérer à leurs préoccupations.

Suite à la double mise à l'essai de ce programme d'activités auprès de deux groupes d'étudiant.e.s, nous traiterons dans la prochaine section du processus de validation de celui-ci.

4.3 Validation du programme

Pour débiter, nous rappelons que cette étape correspond au troisième objectif de cette recherche, soit « valider le programme par une mise à l'essai auprès de deux groupes d'étudiant.e.s, au regard de sa pertinence contextuelle, de l'intérêt soulevé et de l'atteinte des objectifs d'apprentissage ». Nous présenterons d'abord les résultats reliés à l'atteinte des objectifs d'apprentissages. Nous aborderons ensuite les avantages pédagogiques et psycho-sociaux ayant résulté de ce projet. Parmi celles-ci, nous retrouvons l'intérêt soulevé par les étudiant.e.s relativement au programme. Pour terminer, nous soulignerons les enjeux pédagogiques qui ont émergé de l'expérimentation du programme d'activités.

4.3.1 Objectifs d'apprentissage

Le but de notre programme de formation est de « développer un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s du programme collégial de sciences de la nature ». Notre analyse du savoir-agir écocitoyen se base principalement sur le cadre théorique développé par Sauvé (2013). Puisque le savoir-agir (de l'ordre de la compétence) intègre à la fois des connaissances (savoirs, compréhension), des savoir-faire

(habiletés) et des savoir-être (attitudes et valeurs), nous traiterons de chacune de ces composantes. Par la suite, nous discuterons de l'intégration de ces éléments au sein des deux compétences écocitoyennes que nous souhaitons développer, soit de produire un mémoire dans le cadre d'une audience publique et de participer efficacement à un débat sur une question socio-écologique.

4.3.1.1 Éléments de compétences

Rappelons d'abord les objectifs pédagogiques que nous avons formulés autour des éléments de compétence (connaissance, savoir-faire et savoir-être) :

1. Comprendre la complexité des problématiques environnementales et le rôle de l'interdisciplinarité dans l'analyse de celles-ci (connaissances).
2. Acquérir un savoir-faire au regard de l'examen et de la résolution de ces problématiques (savoir-faire).
3. Développer sa propre perspective critique en ce qui concerne la relation entre l'humain et son environnement (savoir-être).

Il s'agit d'objectifs complexes intégrant des aspects autant d'ordre politique, éthique que critique se développant tout au long de la vie. Optimalement, notre démarche aurait dû inclure davantage de temps d'observation et d'analyse, cependant, des limites de temps et de ressources ont contraint la recherche à cet effet. Par conséquent, nous présenterons les résultats découlant d'une démarche de récolte et d'analyse sommaire. Nous avons basé notre analyse sur l'évolution de l'atteinte des objectifs d'apprentissage au cours des cinq jours du programme *BiodiverCité*. Pour ce faire, nous avons effectué une appréciation globale de ces objectifs selon nos observations et les avis récoltés auprès des participant.e.s et des intervenant.e.s lors de l'observation participante, des groupes de discussions, des entrevues et dans les questionnaires distribués aux étudiant.e.s.

Connaissances

D'une part, l'un des objectifs d'apprentissage visait à aborder la complexité des enjeux environnementaux et à reconnaître l'aspect interdisciplinaire de ceux-ci. Sur ce point, la Figure 4.7 schématise l'ensemble des enjeux socio-écologiques soulevés lors du programme *BiodiverCité* ou dans les mémoires remis par les étudiant.e.s. Ceux-ci concernent spécifiquement le transport des hydrocarbures par oléoducs. À travers ce cas précis, les étudiant.e.s ont su dégager les enjeux principaux et les interactions existants entre eux. Il s'agit d'une évolution considérable puisqu'en début de programme, il n'y avait qu'une ou deux personnes par groupe qui savait ce qu'était le projet Énergie Est.

Au début du programme, nous étions tellement détachés du projet d'oléoduc. L'un des seuls éléments que nous savions était que ça touchait l'environnement. Toutefois, le fait d'avoir passé une semaine dans le parc-nature nous a permis d'enrichir nos connaissances. Nous voulions développer des arguments et réellement apprendre. (Extrait d'un groupe de discussion)

Ces indices nous portent à croire que les étudiant.e.s ont réussi à développer une meilleure compréhension des enjeux du transport pétrolier par oléoducs. De plus, nous avons observé que l'analyse des enjeux écologiques ont été particulièrement bien réalisés par certain.e.s des participant.e.s. Par exemple, il a été question des impacts potentiels du projet sur la biodiversité autant par les risques de déversement que par les changements climatiques.

Le pétrole contient des composés hydrocarbures polycycliques (HAP) qui sont insolubles dans l'eau et qui s'accumuleraient ainsi dans le foie et les organes reproducteurs des organismes. Un incident pétrolier amorcerait une chaîne de réactions qui modifierait l'habitat et la vie des organismes, car chaque espèce joue un rôle important dans l'écosystème. (Extrait d'un mémoire)

Les scientifiques recommandent d'ailleurs au Canada de réduire ses émissions de GES de 25 à 45% au minimum afin de maintenir les

écosystèmes fonctionnels, alors que le projet Énergie Est ne ferait qu'accélérer les problèmes environnementaux. (Extrait d'un mémoire)

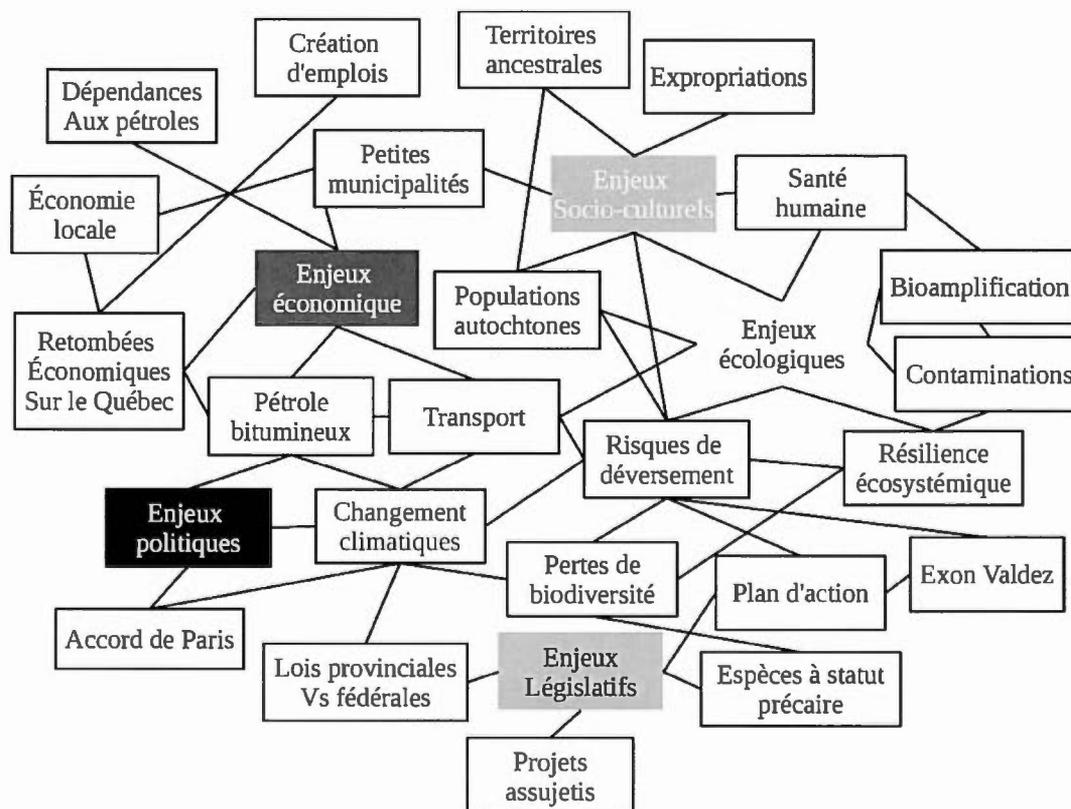


FIGURE 4.7 Réseau des questions interdisciplinaires liées au transport d'hydrocarbure par oléoduc soulevées par les étudiant.e.s lors du programme

D'autre part, selon les indices récoltés, les enjeux socioculturels, économiques, politiques et législatifs semblent avoir été généralement bien approfondis par les étudiant.e.s. Le débat et la production du mémoire ont permis d'aborder ces sujets et de se les approprier. Plusieurs extraits de mémoires et énoncés lors du débat témoignent de leur compréhension interdisciplinaire de la situation. À titre d'exemples :

De plus, économiquement, ce serait presque uniquement les compagnies à la tête de ce projet, soit TransCanada et Enbridge, qui bénéficieraient réellement des revenus alors que des milliers de citoyens seraient affectés par la construction et l'exploitation de l'oléoduc. D'un point de vue législatif, il s'agit d'un problème plutôt complexe étant donné que le projet est plus vaste que les lois fédérales. De ce fait, bien que ce projet soit de niveau interprovincial, il se doit de prendre en compte les lois provinciales des différentes provinces où le pipeline serait construit. (Extrait d'un mémoire)

Au niveau social, plusieurs groupes seraient affectés par le projet, notamment les autochtones, qui ont refusé que l'oléoduc passe dans certains territoires qu'ils réclament (Shields, 2016). Un déversement, notamment dans le fleuve Saint-Laurent, aurait un impact économique négatif sur plusieurs populations autochtones vivant de la pêche commerciale, mais aussi sur les cinq provinces maritimes qui bordent le fleuve. (Extrait d'un mémoire)

Les étudiant.e.s ont ainsi abordé plusieurs enjeux entourant le projet Énergie Est, dont ceux reliés à l'économie, aux populations autochtones, à l'expropriation de résident.e.s, à la législation du projet, au BAPE, à la situation pétrolière de l'Alberta, à la création d'emplois, à l'accord de Paris, etc. Cette diversité d'enjeux démontre un travail approfondi de recherche et une approche holistique de la situation.

De plus, certain.e.s étudiant.e.s ont montré une compréhension des dynamiques de pouvoir entre l'industrie, le gouvernement et la partie civile dans un contexte de problématiques environnementales (Figure 4.8). Notamment, lors de l'activité sur les préoccupations environnementales, les étudiant.e.s ont rapidement modulé le débat autour des jeux de pouvoir entre le gouvernement et les citoyen.ne.s. En effet, plus de la moitié des personnes ont identifié dès le premier tour le « désengagement des citoyen.ne.s vis-à-vis l'environnement » et la « corruption du gouvernement » comme étant les préoccupations environnementales les plus importantes. Durant près de 45 minutes, l'ensemble des participant.e.s ont débattu sur qui a le plus de contrôle entre le gouvernement et les citoyen.ne.s pour régler la crise environnementale.

Concernant les dynamiques de pouvoir entre gouvernement et partie civile, plusieurs étudiant.e.s ont mentionné dans le second questionnaire remis à la fin du programme, la diversité des moyens que détenaient les citoyens pour faire pression sur le gouvernement (manifestation, mémoire, outils législatifs, etc.) et pour se mobiliser les citoyen.ne.s (regroupement, information, sensibilisation, éducation, etc.). À travers le débat sur Énergie Est, les équipes ont incarné ces parties prenantes (gouvernement, industries et citoyen.ne.s), ce qui leur a permis de comprendre les leviers qu'elles détenaient autant au niveau législatif, politique qu'économique (Figure 4.8).

De plus, certain.e.s étudiant.e.s ont fait référence aux liens entre pouvoir et éducation. Par exemple, lors du débat sur les préoccupations environnementales, il a été mentionné que c'est avec des programmes comme celui qu'elles venaient de vivre que les citoyen.ne.s pouvaient se conscientiser et agir collectivement.

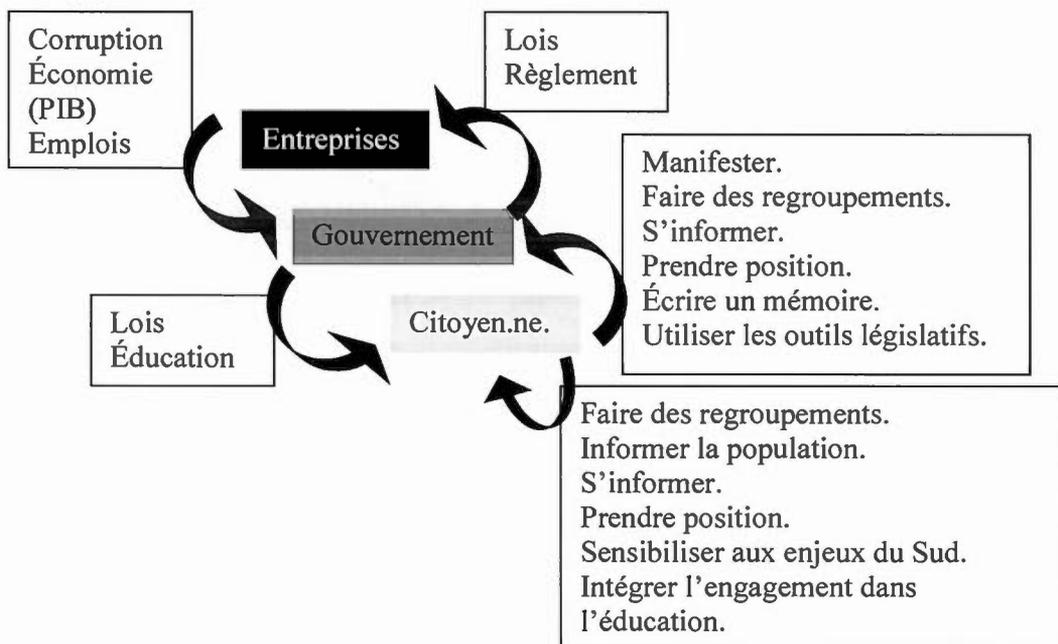


FIGURE 4.8 Acteurs et rapports de pouvoirs soulevés par les étudiant.e.s relativement aux problématiques environnementales

En résumé, ces derniers indices suggèrent que les étudiant.e.s ont pu développer plusieurs connaissances concernant la complexité des problématiques environnementales, les différents enjeux qui sont impliqués ainsi que la dynamique socio-économico-politique qui se joue entre les parties prenantes.

Savoir-faire

Les connaissances acquises par les étudiant.e.s sont intrinsèquement reliées à des savoir-faire écocitoyens (ou habiletés) déployés lors du programme *BiodiverCité*. Nous avons particulièrement centré notre analyse sur les éléments de compétence mobilisés lors de deux activités, soit la rédaction d'un mémoire destiné au BAPE et le débat portant sur le projet Énergie Est. Ces activités permettaient de mettre en application plusieurs habiletés favorisant l'exercice de l'écocitoyenneté, telles que la recherche d'information et de données primaires, l'analyse et l'interprétation de ces informations et données, ainsi que la communication des résultats et des arguments (Tableau 4.6).

D'une part, l'écriture du mémoire impliquait une recherche d'information de la part des étudiant.e.s. L'analyse de leurs travaux a permis de récolter suffisamment d'indices permettant d'affirmer que cette habileté fût bien employée par la plupart des équipes. Les étudiant.e.s ont sélectionné des sources diversifiées et pertinentes, telles que des articles scientifiques, des rapports de groupes environnementaux et gouvernementaux, des lois, des articles de journaux quotidiens, des mémoires, etc. De plus, certaines personnes ont directement contacté des organismes externes pour récolter des informations. Les données primaires recueillies pour le mémoire provenaient des activités d'échantillonnage auxquelles ont participé les étudiant.e.s. Cette récolte de données sur le terrain pouvait contribuer à développer des savoir-faire très pertinents dans une optique de sciences citoyennes.

Une des choses que j'ai bien aimées est la récolte de données. Habituellement, on leur donne de belles données claires et qui sont faciles à analyser. De cette manière, ça ne leur permet pas vraiment de comprendre ce qu'est la science. En vrai, il faut que tu ailles sur le terrain pour récolter tes données et c'est possible que ces données ne soient pas faciles à analyser et qu'il faille beaucoup d'énergie pour en faire ressortir quelque chose. Le programme leur a permis de faire cette expérience. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

D'autre part, l'écriture du mémoire impliquait de traiter et d'analyser ces données, ainsi que d'interpréter des résultats ce qui constituait une tâche exigeante, d'autant plus qu'il s'agissait d'une première expérience d'application de la démarche scientifique pour la plupart des étudiant.e.s. Signalons que nous avons offert aux équipes plusieurs commentaires constructifs sur les éléments qu'ils auront à améliorer pour leur prochain rapport scientifique. Toutefois, les discussions développées par les étudiant.e.s se sont révélées riches en réflexions critiques. Certaines équipes ont de même relevé quelques enjeux interdisciplinaires relatifs à la problématique ciblée.

Au fait, ce projet [oléoduc] est en déphasage avec les engagements tenus au sommet de Paris 2015. En effet, ce projet entraînerait une augmentation de l'extraction de sables bitumineux de près de 40%, alors que le Canada s'est engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 17% au-dessous du niveau de 2005 d'ici 2020 et de conserver le réchauffement climatique sous la barre des 2° Celsius par rapport aux niveaux préindustriels. (Extrait d'un mémoire)

Cependant, TransCanada néglige ces faits [économiques] et essaie de gagner les faveurs du public et, surtout, l'appui des gouvernements provinciaux et fédéraux, en mettant de l'avant l'idée d'une indépendance énergétique, de la création de plusieurs milliers d'emplois à travers le pays et de la stimulation de l'économie canadienne. Or, selon les documents qu'ils ont produits, seulement 33 emplois permanents seraient créés dans la province du Québec après la phase de construction des pipelines (Taylor, 2016). (Extrait d'un mémoire)

L'exercice interdisciplinaire impliquait nécessairement d'ouvrir un dialogue entre les arguments et ainsi d'identifier les liens et de soulever les incohérences. Les étudiant.e.s devaient aussi être critiques vis-à-vis leur propre démarche et reconnaître

les limites de leurs recherches. De plus, les équipes devaient se positionner à la fin de la production du mémoire sur le projet d'oléoduc et supporter leur position par un argumentaire.

Globalement, ce travail mobilisait un ensemble d'habiletés allant de la cueillette à l'analyse des données, mais aussi des habiletés de communication et de vulgarisation puisque les étudiant.e.s devaient être en mesure de structurer leurs résultats et leurs argumentaires selon les normes d'un article scientifique et de vulgariser certains concepts scientifiques (bioaccumulation, bioamplification, changements climatiques, écosystèmes, etc.)



FIGURE 4.9 Un moment du débat sur le projet Énergie Est
(Crédit photo : Emilie Boulay)

Le débat sur le projet Énergie Est a permis également d'intégrer ces éléments de compétence. En effet, il s'agissait dans cet exercice d'analyser la position, les arguments et les valeurs d'une des parties prenantes dans un contexte environnemental controversé. L'exercice impliquait aussi de comprendre le réseau de

relation entre les différentes parties prenantes. Les étudiant.e.s devaient considérer les contre-arguments dans leur discours afin de cerner les forces et les faiblesses dans leur propre argumentaire. Lors du débat, illes devaient être à l'écoute de l'ensemble des arguments afin de suivre le fil de la discussion et il était requis d'être concis et clairs dans leurs interventions.

TABLEAU 4.6 **Savoir-faire écocitoyen mobilisé pour la production du mémoire et pour la participation au débat**

MÉMOIRE	DÉBAT
RECHERCHE D'INFORMATION ET CUEILLETTE DE DONNÉES PRIMAIRES	
DONNÉES PRIMAIRES	
<ul style="list-style-type: none"> • Cueillette de données par des protocoles d'échantillonnage terrain 	
SOURCES D'INFORMATIONS PRIMAIRES ET SECONDAIRES	
<ul style="list-style-type: none"> • Recherche documentaire (Articles scientifiques, rapports, lois, articles de journaux, mémoires, etc.) • Rencontres ou entrevues avec des personnes-ressources (Groupes environnementaux et intervenant.e.s du programme) 	<ul style="list-style-type: none"> • Repérage de documentation (Articles scientifiques, rapports, lois, articles de journaux, mémoires, etc.)
ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES PRIMAIRES ET DE L'INFORMATION	

MÉMOIRE	DÉBAT
DONNÉES PRIMAIRES	
<ul style="list-style-type: none"> Analyse des données Sélection des résultats pertinents Autoréflexion sur la démarche 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de la position et des valeurs de la partie prenante Analyse des contre-arguments Analyse de la relation entre chacune des parties prenantes Sélection des arguments ayant le plus de poids
AUTRES INFORMATIONS	
<ul style="list-style-type: none"> Analyse des enjeux interdisciplinaires Analyse des liens et des incohérences entre les arguments 	
DIFFUSION/COMMUNICATION	
<ul style="list-style-type: none"> Structuration du document Synthèse de l'argumentation Vulgarisation de concepts Citation des références 	<ul style="list-style-type: none"> Synthèse des arguments Cohérence des propos Capacité de communication (débit, clarté, dynamisme) Écoute des contre-arguments Élaboration de répliques

Savoir-être

Le principal objectif de savoir-être visé par le programme d'activités était de « développer sa propre perspective critique vis-à-vis la relation entre l'humain et son environnement ». Nous avons observé que cet élément de compétences écocitoyennes fut exercé à plusieurs occasions. D'abord, le débat a permis aux étudiant.e.s d'analyser et de comparer les positions et les valeurs des parties prenantes dans le contexte du projet Énergie Est. Illes ont pu par la suite s'en inspirer et réfléchir à leur propre schème de valeurs qu'illes souhaitaient développer relativement au projet d'oléoduc.

Nous croyons que ce projet d'oléoduc ne ferait qu'encourager notre gouvernement à aller dans le sens contraire de ses engagements et de ses responsabilités envers la sécurité des générations à venir. Finalement, avant même d'être biologistes, nous sommes avant tout humains, et nous croyons fortement aux droits de décision des Premières Nations quant au sort de leurs territoires qu'ils traitent avec des valeurs de respect et d'amour. (Extrait d'un mémoire)

Les intervenant.e.s du GUEPE ont mentionné que l'approche pédagogique par problème pouvait grandement contribuer au développement de ces réflexions critiques.

Je trouve ça intéressant que tu aies pris l'idée de l'apprentissage par problème pour mettre en contexte les étudiants et évaluer s'ils ont bien compris la théorie. Personnellement, je trouve que mon passage dans le programme [de baccalauréat] de biologie en apprentissage par problème [à l'UQAM] m'a beaucoup apporté au niveau de mon sens critique, mais aussi face à mes réflexions envers la société. Je trouve que ça forge le mental de l'être humain. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

En effet, le contexte d'apprentissage offrait cet espace de réflexion sur la société. L'examen de la problématique du transport de pétrole par oléoduc a permis d'immerger les étudiant.e.s dans la sphère sociopolitique et de les inviter à considérer que ces questions environnementales les touchent directement, que leur avis est important et qu'elles détiennent une responsabilité face à la situation.

J'ai appris qu'il ne s'agit pas seulement d'information banale, mais d'information que tous les citoyens devraient savoir. Le fait de pouvoir prendre de bonnes décisions par rapport au pipeline, je trouve que c'est très intéressant. (Extrait d'un groupe de discussion)

On est arrivé en classe avec seulement deux personnes qui savaient ce qu'était le projet Énergie Est et maintenant après le débat, on est rendus plus sensibilisés. On est devenu des citoyens un peu plus conscients et engagés. (Extrait d'un groupe de discussion)

À travers l'exercice du débat et de la production d'un mémoire, certain.e.s étudiant.e.s ont eu l'occasion de clarifier des aspects de leur identité culturelle et politique. D'une part, lors de l'atelier sur les préoccupations environnementales, une grande majorité d'étudiant.e.s ont fait référence aux événements du « printemps arabe » afin de souligner les enjeux politiques qu'ont vécus et vivent encore les citoyen.ne.s de ces pays. Ainsi, le caractère multiculturel du groupe favorisait l'ouverture à une identité politique plus internationale. Certaines personnes ont fait référence aussi à leur identité locale.

En tant que pêcheur qui mange du poisson de la rivière des Prairies, je trouve cela inacceptable. Notre air, nos lacs, nos forêts, nos océans se détruisent petit à petit et deviennent de plus en plus toxiques. Notre nourriture, notre eau nous rendent de plus en plus malades... Pourquoi une planète entière devrait-elle souffrir pour les intérêts de quelques personnes qui vont s'en mettre plein les poches ? Voilà quelques-unes des nombreuses raisons qui nous poussent à avoir une position qui reste et restera contre ce genre de projet. (Extrait d'un mémoire)

Certains indices que nous avons observés portent à croire qu'il y a eu une évolution d'un savoir-être social entre les étudiant.e.s. Initialement, nous avons souligné qu'une dynamique individualiste était prégnante chez les participant.e.s du programme. Toutefois, la professeure a indiqué à plusieurs reprises que la structure du programme *BiodiverCité* et les lieux permettaient une plus grande proximité sociale et donc de développer une meilleure cohésion entre les étudiant.e.s du groupe (Figure 4.10).

J'ai une dynamique de groupe que je suis certaine que je n'aurais pas eue si nous n'avions pas fait le programme. Par exemple, ce matin, je leur ai dit que nous allions retirer les heures supplémentaires qu'ils avaient faites durant le programme au sein du nouvel échancier et l'un d'eux m'a dit que ce n'était pas grave si je ne retirais pas l'entièreté de ces heures, car ils avaient une belle dynamique de groupe. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

À ce sujet, les étudiant.e.s ont aussi soulevé la dynamique d'entraide qui s'est déployée lors de la mise en œuvre du programme.



FIGURE 4.10 Moment de l'activité d'identification de macroinvertébrés
(Crédit photo : Emilie Boulay)

Grâce au programme, les étudiants ont commencé à se parler et à s'ouvrir, même ceux qui étaient plus gênés. Je trouve ça super important, car quand tu regardes les gens autour de nous à Bois-de-Boulogne parfois on se dit que tout le monde fait juste étudier et qu'il ne se préoccupe pas de toi. Par contre, ici c'est différent. Par exemple pour le débat, nous étions une équipe contre, mais on s'entraidait avec les autres équipes qui étaient pour. (Extrait d'un groupe de discussion)

Il y a une autre chose que j'ai aimée dans le programme : dans une salle de classe, tu écoutes le professeur et c'est fini, mais dans le programme tu apprends et tu apprends avec les autres. Sur nos heures de diner, nous, on parlait des bactéries. Donc, tu apprends avec les gens et ça finit par être contagieux. Tu as le goût de participer. (Extrait d'un groupe de discussion)

Ce savoir-être social contribue fondamentalement au développement d'un savoir-être citoyen. Le désir d'entraide et de "care" est à la base d'une ouverture aux autres (personnes, valeurs, cultures , etc.).

Il ne faut pas être comme le monde égoïste qui dit qu'ils veulent continuer leur méthode traditionnelle [...] Il faut être vraiment plus ouvert et montrer qu'on a une autre méthode et qu'on a d'autres façons de faire qui va avantager tout le monde. Oui, il y a certains sacrifices à faire, mais ça vaut vraiment la peine. C'est ça ma vision, maintenant, après le programme. (Extrait d'un groupe de discussion)

Pour conclure sur l'objectif du savoir-être, le portrait précédemment présenté ne correspond évidemment pas de manière uniforme à tous et chacun des membres du groupe d'étudiant.e.s. Néanmoins, il s'agit de témoignages fréquemment rencontrés suggérant le développement d'un savoir-être écocitoyen. Ces extraits témoignent d'éléments importants ayant pu se déployer lors de la mise en œuvre du programme. Nous aborderons dans la prochaine section l'intégration de ces éléments de compétences au sein des deux principales compétences écocitoyennes que nous visions à développer.

TABLEAU 4.7 **Savoir-être environnemental, social et citoyen mobilisé lors du programme *BiodiverCité***

SAVOIR-ÊTRE CITOYEN	SAVOIR-ÊTRE ENVIRONNEMENTAL	SAVOIR-ÊTRE SOCIAL
Identité politique	Sensibilité relative au monde vivant	Collaboration
Justice sociale	Sensibilité relative à la pollution	Entraide
Sensibilité à l'engagement	Conscience du rapport humain-environnement	Participation

4.3.1.2 Compétences

Cette section de validation de la pertinence des objectifs d'apprentissage et de la possibilité de les atteindre se termine avec l'examen du développement des deux compétences que le programme visait à développer :

- Participer efficacement à un débat sur une question socio-environnementale
- Écrire un mémoire dans le cadre d'une audience publique

Globalement, nous observons qu'au regard de l'intégration des éléments de compétences (connaissances, savoir-être, savoir-faire), les étudiant.e.s ont particulièrement bien accompli les activités de débat. Pour le jeu de rôle concernant la table de concertation sur le projet Energie Est, les étudiant.e.s ont tenu compte des valeurs portées par la partie prenante qu'elles défendaient. Nous avons été spécialement impressionnés par la diversité et la qualité des arguments qui ont été partagés durant cette heure d'échanges. Les étudiant.e.s étaient préparé.es et engagé.e.s dans l'activité et quelques équipes ont même revêtu un costume afin d'incarner davantage un personnage.

En ce qui concerne la seconde activité de débat sur les problématiques environnementales, les étudiant.e.s devaient sélectionner et débattre de la problématique qu'elles trouvaient la plus préoccupante parmi celles qui leur étaient présentées. Cette activité fut aussi accomplie avec habileté. Les étudiant.e.s ont montré qu'elles étaient en mesure d'improviser un débat en intégrant des arguments et des valeurs écocitoyennes qui leur sont propres. Elles ont d'ailleurs été à même de distinguer rapidement les causes des conséquences parmi les préoccupations environnementales présentées⁴. Toutefois, nous avons noté lors des deux débats certains éléments à améliorer, notamment l'habileté à écouter lors des discussions. Il

⁴ Les changements climatiques, la perte de biodiversité, la corruption gouvernementale, la logique capitaliste des entreprises, le désengagement des citoyens vis-à-vis l'environnement, les réfugiés climatiques, la modification des cycles biogéochimiques, etc.

arrivait souvent que les étudiant.e.s se mettent à parler en même temps et à élever le ton de leur voix afin d'attirer l'attention. Ce genre de comportement doit être évité pour permettre un échange respectueux et prévenir un dialogue de sourds. De plus, les étudiant.e.s devraient être en mesure de s'autoréguler par apport à la longueur de leur discours. Dans le cadre d'un débat à plus de 20 personnes, les échanges doivent être courts et dirigés.

D'autre part, l'écriture du mémoire fut généralement bien réalisée, considérant que les équipes ont été en mesure de construire et de communiquer de façon appropriée un argumentaire soutenant leur position sur la question socio-écologique dont ils devaient traiter. Cet exercice s'est déroulé après la fin du programme et les étudiant.e.s ont disposé de trois semaines pour effectuer ce travail. Pour la majorité des groupes, les points forts de cette rédaction ont été d'identifier une diversité d'aspects de la problématique et de construire un argumentaire cohérent avec leurs résultats et leur position. Or, quelques éléments restent à améliorer au regard des citations, de la présentation des résultats et de la discussion. Néanmoins, il faut tenir en compte que l'écriture de ce rapport fût une première expérience pour la plupart des étudiant.e.s et que les commentaires qu'elles ont reçus ne peuvent que contribuer à l'amélioration de leur savoir-faire à cet effet.

En résumé, nous avons rencontré des personnes qui se trouvaient à différentes étapes de leur cheminement vers l'écocitoyenneté comme pouvait en témoigner le portrait des étudiant.e.s suite à l'analyse du premier questionnaire. Pour certain.e.s, il s'agissait de développer plus en profondeur ces compétences déjà partiellement acquises. Pour d'autres, elles étaient à l'étape de l'introduction et même de la découverte de leur identité politique et environnementale. Par conséquent, l'évaluation de l'atteinte de ces objectifs doit tenir compte de ce gradient. Notre analyse a pu mettre en lumière des éléments importants développés par les étudiant.e.s au regard des connaissances sur le projet Energie Est. Globalement, nous

avons aussi repéré des manifestations d'éléments de compétences de l'ordre du savoir-faire et du savoir-être écocitoyen, ce qui indique que le programme permettait de mobiliser de telles habiletés et potentiellement de les développer. Toutefois, il faut bien reconnaître que le programme *BiodiverCité* n'est qu'un évènement catalyseur parmi d'autres puisque l'éducation à l'écocitoyenneté constitue un projet éducatif tout au long de la vie.

4.3.2 Avantages

Suite à l'examen de l'atteinte des objectifs d'apprentissage, nous aborderons dans cette section la deuxième étape de la validation, soit la mise au jour des avantages du programme. Nous considérons « l'intérêt des étudiant.e.s à l'égard du programme » comme une première retombée pour notre projet. Par la suite, nous traiterons des avantages pédagogiques et psychosociaux émergents de la démarche adoptée.

4.3.2.1 Intérêts des étudiant.e.s

L'intérêt des étudiant.e.s envers le programme *BiodiverCité* constitue un premier gain notable de cette initiative de formation. En effet, l'ensemble des participant.e.s ayant répondu au second questionnaire ont mentionné qu'ils recommandaient le programme pour de futur.e.s étudiant.e.s. Ainsi, dans le but de mieux comprendre cet intérêt, nous analyserons et mettrons en relation différents indices que nous avons récoltés lors de la mise à l'essai du programme. Nous présenterons les activités les plus appréciées au regard des manifestations d'intérêt directes (avis) et indirectes (participation, enthousiasme, questions posées, etc.). Nous nous pencherons ensuite sur les aspects du programme soulevant un intérêt général.

L'analyse des questionnaires et des verbatims des groupes de discussion a permis d'identifier que l'échantillonnage de poissons dans la rivière des Prairies fut l'activité ayant créé le plus d'enthousiasme chez les étudiant.e.s (Figure 4.11). Plusieurs aspects de cette activité furent appréciés, tel le contact direct avec la nature, l'implication active des étudiant.e.s dans l'activité, la nouveauté, les intervenant.e.s

passionné.e.s et les thèmes abordés. D'ailleurs, les activités ayant soulevé le plus d'intérêt sont pratiquement toutes reliées au contact avec la nature (activités d'échantillonnage et rallye) et à l'implication directe des participant.e.s dans l'activité (Tableau 4.8). Ces activités leur offraient un espace de liberté d'apprentissage. Les étudiant.e.s pouvaient sortir des quatre murs et aller mettre en application leurs apprentissages et en acquérir de nouveaux. De plus, selon certain.e.s étudiant.e.s, ces activités d'échantillonnage constituaient des expériences nouvelles où illes pouvaient découvrir la faune et la flore sauvage. Les deux activités de débat⁵ ont aussi été signalées parmi les événements marquants du programme. Pour ce type d'activité, nous avons noté que l'intérêt se trouvait dans leur caractère participatif et dynamique. Les étudiant.e.s semblaient éprouver du plaisir à discuter, débattre, se confronter et s'accorder sur certains arguments.



FIGURE 4.11 Moment de l'activité de pêche à la senne
(Crédit photo : Ariane Malo-Sauvé)

⁵ Le premier débat constitue celui sur le projet Energie Est où les étudiant.e.s incarnaient les différentes parties prenantes dans ce projet. Le deuxième débat est celui sur les préoccupations environnementales, où les étudiant.e.s devaient sélectionner et défendre la problématique qu'elles trouvaient la plus préoccupante parmi celles qui leur étaient présentées.

Les intérêts généraux des étudiant.e.s envers le programme (Tableau 4.9) portent aussi sur une diversité d'aspects dont certains ont déjà été mentionnés plus haut. D'une part, les étudiant.e.s ont aimé que le milieu d'apprentissage se trouve la majorité du temps à l'extérieur. Illes pouvaient ainsi apprécier la diversité du vivant de manière concrète et appliquée.

Le programme était concret. On pouvait y voir réellement la nature et apprendre à identifier ce qui est autour de nous. C'est aussi ça que j'ai beaucoup aimé. Les exemples que vous avez donnés, les animaux et les plantes étudiées, ça provient tous du Québec. Alors que dans les documentaires, ça parle souvent de l'Afrique, des Tropiques, etc. Savoir qu'il y a une biodiversité aussi grande au Québec c'est génial. (Extrait d'un groupe de discussion)

TABLEAU 4.8 Activités préférées des étudiant.e.s en fonction des caractéristiques justifiant l'intérêt

ACTIVITÉS	CONTACT AVEC LA NATURE	NOUVEAUTÉ	IMPLICATION DANS L'ACTIVITÉ	INTERVENANT. E.S PASSIONNÉ.E.S	THÈMES ABORDÉS
Échantillonnage Poisson	X	X	X	X	X
Atelier Champignon				X	X
Débats			X		X
Échantillonnage Végétaux	X		X	X	
Échantillonnage Protiste	X		X		
Laboratoire Vertébré	X	X			
Rallye Végétaux	X		X		
Échantillonnage Macroinvertébrés	X		X		

De plus, le milieu extérieur et la taille des groupes permettaient de faire participer tou.te.s les étudiant.e.s et d'offrir un enseignement plus personnalisé et dynamique où illes se sentaient concerné.e.s et impliqué.e.s dans leurs apprentissages. Nous avons aussi pris en considération les sujets relatifs à l'environnement qui les intéressaient à l'aide du premier questionnaire, ce qui a permis d'aborder au sein des activités certains des thèmes qu'illes trouvaient importants.

J'ai apprécié qu'on traite les problèmes climatiques, c'est un parallèle qu'on a pu faire avec notre cours. C'est la situation actuelle dans le monde dont il faut parler et je suis content de l'avoir fait ici, ça nous a permis de mieux comprendre. (Extrait d'un groupe de discussion)

TABLEAU 4.9 Intérêts généraux des étudiant.e.s envers le programme *BiodiverCité*

INTÉRÊTS GÉNÉRAUX
Contact avec la nature
Implication dans l'activité
Connaissances appliquées à des problèmes/ situations concrètes
Thèmes abordés

4.3.2.2 Avantages émergents

Au regard de ce qui précède, nous pouvons observer que les étudiant.e.s ont manifesté un grand intérêt à l'égard du programme *BiodiverCité*. La suite de cette analyse portera sur les autres avantages pédagogiques et psycho-sociaux qui ont émergé de cette situation. Le contact avec la nature, l'implication des étudiant.e.s dans les activités, ainsi que le choix de sujets concrets et appliqués ont permis de faciliter la compréhension du contenu scientifique du cours. Lors d'une discussion post-programme, la professeure a mentionné que la moyenne des notes du groupe pour

l'examen théorique portant sur la matière vue lors du programme était supérieure à celles des années antérieures.

D'avoir la nature tout autour de nous, ça aide à mémoriser. Par exemple, si quelqu'un parle d'un pays et que tu n'y es jamais allé, c'est difficile de comprendre. Toutefois, dans ce cadre-ci, on était sur le terrain et on voyait les plantes et les animaux, donc on avait plus tendance à s'en rappeler même s'ils ont des noms plus compliqués. Le fait de le voir en vrai c'était vraiment pertinent. (Extrait d'un groupe de discussion)

Je trouve que ça nous a vraiment aidés académiquement. Je pense que les activités qu'on a faites et la façon dont on les faisait ça donnait envie d'écouter. (Extrait d'un groupe de discussion)

Une partie de l'explication de ces résultats pourrait provenir du fait qu'apprendre dans un environnement multisensoriel permet de favoriser l'apprentissage. Le cerveau humain a évolué de façon à optimiser son apprentissage, lorsque stimulé par plusieurs sens (Shams & Seitz, 2008). Par exemple, le fait d'étudier les plantes en utilisant la vue, le toucher et l'odorat – et non uniquement la vue - serait plus efficace. Il semble ainsi que la structure du programme ait permis de mettre en contexte le contenu scientifique et de faciliter l'apprentissage.

Ça [l'intégration de nouveaux objectifs d'apprentissage] permet de contextualiser les objectifs qui sont déjà présents dans le cours. Ça permet de répondre en partie à la question : « À quoi ça sert d'apprendre tout ça? » que pourrait se poser des gens qui se sentent obligés de faire ce cours. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

En second lieu, lors des groupes de discussions, certain.e.s étudiant.e.s ont affirmé qu'illes n'avaient initialement pas un intérêt particulier pour la biologie, mais que le programme *BiodiverCité* a permis de voir que la biologie ce n'est pas seulement des informations à retenir « par coeur », mais une discipline beaucoup plus riche et applicable au quotidien.

Je crois que ces éléments [approche interdisciplinaire et par problèmes] ont permis d'accrocher certaines personnes qui n'avaient pas un très grand

intérêt pour la biologie. Il y a des gens dans le groupe qui veulent aller à la polytechnique l'année prochaine et qui n'aiment pas la biologie, mais nous avons peut-être réussi à piquer la curiosité de certains avec l'aspect juridique ou économique. Donc, je pense que c'est important. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

Les nouvelles approches que nous avons intégrées ont donc fait émerger un autre avantage non négligeable qui est l'intérêt pour la biologie. À titre d'exemple, lors de son entrevue, la professeure a mentionné qu'un groupe d'étudiants a choisi de faire leur projet final du programme de sciences de la nature sur la croissance des champignons. Selon elle, il s'agissait de personnes qui initialement n'avait pas beaucoup d'intérêt pour la biologie, mais que par le programme *BiodiverCité* ils ont découvert une passion pour les champignons. À ce sujet, des étudiant.e.s ont souligné durant les groupes de discussion qu'elles avaient appréciés que les intervenant.e.s soit passionné.e.s par le sujet qu'elles abordent. Le programme d'activités a fait appel en effet à plusieurs intervenant.e.s, ce qui a permis aux participant.e.s de rencontrer divers spécialistes et de découvrir différents horizons disciplinaires.

Un autre élément pertinent que j'ai noté concernant l'interdisciplinarité est que nous avons regroupé des intervenant.e.s ayant étudié dans différentes disciplines. Tu aurais pu décider de tout confier l'animation à une ou deux personnes, mais tu es allée chercher des personnes qui pouvaient aller plus loin dans leur champ d'expertise propre. Le fait de rendre ces sujets réels et de les humaniser c'est, selon moi, très intéressant. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

Oui, j'aimerais ajouter que dans les conférences, lorsque chaque personne a raconté son cheminement de vie, ça m'a aidé à penser à d'autres voies en environnement, car j'ai toujours voulu aller en environnement. Toutefois, je ne savais pas dans quel domaine aller. Le fait de savoir qu'il y a des départements forestiers et des trucs comme ça, j'ai trouvé ça bien intéressant. (Extrait d'un groupe de discussion)

Une telle dimension humaine était prévue puisque nous avons demandé initialement à chacun.e des intervenant.e.s de se présenter personnellement et de raconter son parcours de vie. Le but était de déconstruire l'aspect impersonnel que peut revêtir

l'éducation institutionnelle. De plus, nous avons découvert, par cet exercice, que la majorité des intervenant.e.s avait effectué le programme de sciences de la nature lorsqu'elles étaient au Cégep, ce qui a permis aux étudiant.e.s de voir les différentes avenues professionnelles possibles à l'issue de ce programme.

Ça fait du bien de voir autre chose en sciences. Quand on arrive en sciences de la nature, on nous demande: « qu'est-ce que tu veux faire plus tard? », nous on répond: « médecin ». C'est tout. Pourtant les sciences, c'est tellement grand et c'est tellement vaste et c'est donc super intéressant de voir des gens qui ont étudié en sciences de la nature et qui font des choses dont je n'avais jamais entendu parler. Ça nous permet de voir que les sciences de la nature ça ouvre plusieurs portes. Ce n'est pas juste médecin, pharmacien et ingénieur. C'est juste ça qu'on entend au collège. (Extrait d'un groupe de discussion)

En plus, ce que j'ai aimé, c'est le sous-titre que tu avais donné au programme: « De la biologie aux sciences de l'environnement » et c'est exactement ça. Ils [étudiants] n'ont pas seulement fait de la biologie. Tu les as ouverts sur le monde. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

Cette ouverture a pu se faire au regard de la science et de la citoyenneté, mais aussi de leur relation à l'environnement et aux milieux naturels. En fait, plusieurs des activités ont permis de démystifier des peurs ou des craintes envers certaines espèces. Lors du laboratoire sur les vertébrés, nous avons la chance d'observer et de manipuler des espèces vivantes et indigènes, ce qui a occasionné au départ beaucoup d'inquiétude chez la plupart des étudiant.e.s. Nous avons remarqué également que cette peur était directement reliée à un manque de savoir sur ces spécimens. Or, plusieurs des participant.e.s ont surmonté leurs craintes de certains animaux et ont accepté de les manipuler lors du laboratoire. Il s'agit, comme l'ont souligné les intervenant.e.s du GUEPE, d'un avantage non négligeable.

On parle souvent de déficit nature avec les Montréalais et je crois que les étudiants en étaient des exemples. On leur a peut-être donné le goût de se reconnecter avec le milieu naturel qui n'est pas très loin de leur milieu de vie. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

Cette reconnexion nécessitait d'amener les étudiant.e.s dehors pour leur faire vivre la forêt, le marais et la rivière (figure 4.12). Illes ont pu s'immerger complètement et apprendre à découvrir ce milieu, ce qui impliquait de déconstruire certaines habitudes de laboratoires où les étudiant.e.s observent des spécimens morts naturalisés.



FIGURE 4.12 Moment de l'activité de pêche à la senne
(Crédit photo : Pascal Lynch Caron)

Lors du Rallye sur les végétaux, un groupe tentait d'identifier un conifère, mais ne s'approchait pas de celui-ci. La naturaliste est allée à leur rencontre et leur a dit que c'est important de s'approcher de l'arbre, de le toucher et de prendre des notes. Elle leur dit que ça leur permettra de mieux apprendre et comprendre. « Vous êtes chanceuse de ne pas avoir à observer une vieille branche sèche d'un herbier. Vous avez un spécimen d'arbre bien vivant ». Le groupe a suivi ses conseils. (Extrait des notes d'observations)

Ces activités leur ont permis de développer une plus grande attention sensorielle face au milieu et d'apprendre à prendre le temps d'observer les choses. Par exemple, une étudiante est venue nous confier qu'elle avait bien apprécié l'activité d'identification des végétaux puisqu'initialement, elle trouvait que toutes les plantes se ressemblaient; or, l'activité lui a permis de prendre conscience de leurs différences respectives. Un commentaire similaire fut aussi recueilli relativement à l'identification des poissons de la rivière. Ces résultats soulignent que l'approche de terrain est essentielle pour favoriser ce genre d'apprentissages et particulièrement dans un contexte urbain.

En résumé, l'analyse de nos résultats a permis d'identifier plusieurs avantages pédagogiques reliés au programme *BiodiverCité* (Tableau 4.10).

TABLEAU 4.10 **Avantages pédagogiques du programme *BiodiverCité***

AVANTAGES PÉDAGOGIQUES
Meilleures dispositions pour apprendre
Intérêt pour la biologie
Appréhension des réalités socio-écologiques
Connexion au milieu naturel (pour combler le « déficit nature »)

4.3.3 Enjeux

Suite à l'identification des avantages, nous soulignerons dans cette section les enjeux inhérents à ce projet. Il s'agit de la troisième étape du processus de validation du programme *BiodiverCité*. Nous aborderons des enjeux reliés à certaines des approches pédagogiques adoptées lors du programme, soit l'étude de questions vives et la pédagogie de terrain. L'intégration d'approches alternatives à certes permis d'offrir des avantages pédagogiques importants et significatifs. Toutefois, l'innovation

dans le cadre formel implique de nager à contre-courant et de déconstruire des habitudes d'enseignement et d'apprentissage déjà bien enracinées.

4.3.3.1 L'étude de questions vives

En premier lieu, l'étude de questions vives fut l'une des approches plus difficiles à mettre en œuvre en raison des dimensions politiques et critiques des questions abordées. Il s'agit d'un exercice exigeant puisque les intervenant.e.s et les étudiant.e.s doivent être renseigné.e.s sur la problématique abordée et être en mesure de développer leur propre position relativement à la situation. Les intervenantes du GUEPE ont particulièrement soulevé cet enjeu puisqu'il s'agissait d'une approche à laquelle l'organisme n'était pas accoutumé.

Pour être en mesure de parler des problématiques, il faut être au minimum informé. Il faut que tu en saches plus pour pouvoir guider les étudiants dans le processus. C'est donc beaucoup de préparation de la part de la personne qui anime une telle activité [débat]. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

De plus, le fait de traiter de sujets controversés au sein des situations pédagogiques implique d'ouvrir un espace où les étudiant.e.s sont libres de réfléchir et d'émettre leur avis sans subir de réprobations de la part des intervenant.e.s ou d'autres étudiant.e.s. Dans ce contexte, les professeur.e.s doivent particulièrement être en mesure de justifier leurs choix d'approches et de stratégies pédagogiques afin d'éviter de se confiner à une éducation dogmatique où illes incarnent les seul.e.s détenteur.rice.s de savoir.

La posture que doivent adopter les intervenant.e.s à l'égard de la question controversée n'est pas facile à préciser. Nous avons vogué entre l'« impartialité neutre » et l'« impartialité engagée » développée par Kelly (1986). En fait, nous avons fait le choix au début de programme de ne pas émettre notre opinion relativement au projet d'oléoduc. Or, certain.e.s étudiant.e.s ont demandé à différentes reprises quel était notre avis en ce qui concerne la problématique. Il nous apparaissait

que l'intention soutenant cette question ne semblait pas être de l'ordre de la curiosité, mais plutôt de l'insécurité. En fait, puisque les étudiant.e.s étaient évalué.e.s lors du débat, certain.e.s étaient inquiet.ète.s de la note qu'illes recevraient si la position de leur partie prenante ne correspondait pas à notre position sur le projet. Au regard de cette situation, nous avons dû clarifier notre rôle lors du débat, ainsi que les modalités d'évaluation. Nous avons donc réitéré qu'illes seraient évalué.e.s sur les compétences qu'illes démontreraient à incarner leur partie prenante et à formuler des arguments cohérents avec leur position, et ce, peu importe la position qu'illes défendraient. Cet enjeu est aussi revenu dans l'atelier sur les préoccupations environnementales. En fait, un nombre égal d'étudiant.e.s devaient débattre sur les deux dernières préoccupations (désengagement des citoyen.ne.s envers l'environnement et corruption gouvernementale) et illes m'ont demandé de me positionner afin de pouvoir trancher sur le sujet. J'ai accepté de le faire en prenant le temps de souligner avec humilité que mon opinion était nuancée et qu'il fallait l'accueillir avec critique. Cette situation n'a pas créé de malaise et les étudiant.e.s ont continué de débattre entre eux et elles malgré mon positionnement affiché. De plus, la professeure n'a pas observé de problèmes quant au contexte d'apprentissage qu'elle trouvait propice au partage et à l'écoute.

Je pense que la majorité des étudiants n'avait pas d'opinion sur le projet avant le programme. S'il y avait eu un étudiant qui avait une opinion économique très forte, je ne pense pas qu'il aurait été mal à l'aise de s'exprimer. Je pense que c'était dans une ambiance où ils étaient libres de partager leurs opinions et tu as été claire là-dessus. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

Au regard de cette expérience, la posture de l'« impartialité neutre », soit d'encourager le débat chez les étudiant.e.s sans se positionner en tant qu'intervenant.e.s, ne semble pas être l'approche la plus juste pour assurer un débat ouvert. Il peut s'avérer pertinent d'afficher notre opinion d'emblée, d'inviter les étudiant.e.s à l'évaluer et de clarifier les modalités d'évaluation. Il s'agit de trouver un

équilibre entre l'impartialité et l'engagement afin d'inciter les étudiant.e.s à analyser l'ensemble des positions dans un contexte où l'évaluation n'est pas portée sur le fond des arguments, mais sur les compétences d'analyse et d'argumentation.

4.3.3.2 Pédagogie de terrain

La seconde approche que nous aimerions discuter est celle de la pédagogie de terrain. En fait, ce fut une approche particulièrement appréciée par les participant.e.s et intervenant.e.s, mais qui s'avère aussi exigeante à mettre en oeuvre sur certains aspects. Le premier enjeu que nous avons rencontré est de s'assurer de trouver l'ensemble du matériel pédagogique requis dans le milieu ciblé. En fait, l'objectif était d'arriver à transférer l'ensemble des laboratoires du cours sur le terrain, ce qui impliquait d'y retrouver tous les organismes habituellement étudiés dans le cadre du cours. Toutefois, certains laboratoires comme celui des invertébrés ont été difficiles à adapter puisque nous ne retrouvions pas dans le milieu certains organismes qu'il était nécessaire d'étudier selon la professeure. De plus, certaines familles de végétaux ne se trouvaient pas non plus dans le parc, ce qui a nécessité d'amener des échantillons d'un milieu extérieur pour les inclure dans le rallye. Nous avons ainsi appris que le recours à la pédagogie de terrain implique de bien connaître le milieu, mais aussi d'être en mesure d'improviser en cas de situation inattendue.

L'imprévisibilité fait en effet partie intégrante de la pédagogie de terrain puisque l'enseignement ne se déroule pas dans un milieu fermé et contrôlé, mais dans un système ouvert, dynamique et imprévisible. « Apprendre dehors » implique de s'adapter à toutes sortes de situations environnementales (pluie, froid, chaleur, vent, bruit, herbes à puce) et d'arriver à transformer les activités en conséquence.

Nous avons fait l'expérience d'un rallye sous la pluie et avons appris que l'attitude des intervenant.e.s est centrale afin d'encourager les étudiant.e.s à sortir de leur zone de confort et à apprécier tout de même le moment. De plus, le matériel pédagogique doit être adapté à ces situations, ce qui fut un autre apprentissage important.

La pédagogie de terrain implique aussi de laisser une place importante au milieu durant les situations d'apprentissage afin qu'il devienne également un agent (Figure 4.13). Certaines des activités doivent donc permettre aux étudiant.e.s de découvrir le milieu par eux et elles-mêmes. De plus, il faut être à l'affut de l'impact que peut avoir notre passage sur le milieu. Cette situation constitue un enjeu de taille dans le contexte des parcs-nature urbains où la pression anthropique est inquiétante dû à l'achalandage de ces parcs et la pollution environnante (Ville de Montréal, 2013). À titre d'exemple, nous avons vécu quelques situations lors du rallye où les étudiant.e.s avaient piétiné une grande surface autour d'un organisme qu'elles devaient identifier. Par conséquent, il serait nécessaire de souligner davantage auprès d'eux et elles leur responsabilité à l'égard de la protection du milieu.



FIGURE 4.13 Moment de l'activité d'échantillonnage de végétaux
(Crédit photo : Emilie Boulay)

Finalement, la pédagogie de terrain peut impliquer de se déplacer dans des milieux éloignés de l'établissement scolaire, ce qui nécessite de prévoir le déplacement du

matériel, des étudiant.e.s et des intervenant.e.s. Dans notre cas, il n'y a pas eu de problèmes majeurs puisque le collège était relativement près du parc et que les étudiant.e.s y avaient accès en transport en commun ce qui ne leur imposait pas de coût de déplacement supplémentaire. L'occupation des lieux était aussi exempte de frais puisque le GUEPE détient une entente avec la ville de Montréal concernant l'animation d'activité dans les parcs-nature.

Le résumé des enjeux pédagogiques relatifs à l'étude de questions vives et à la pédagogie de terrain est présenté dans le tableau 4.11.

TABLEAU 4.11 Enjeux pédagogiques relatifs à l'adoption d'approches pédagogiques alternatives

ÉTUDE DE QUESTIONS VIVES	PÉDAGOGIE DE TERRAIN
Exigence d'une certaine connaissance des problématiques abordées de la part des intervenant.e.s	Exigence d'une connaissance du milieu
Questionnement des étudiant.e.s relatif à l'avis des intervenant.e.s sur le projet	Imprévisibilité et flexibilité à l'égard des conditions extérieures
Inquiétude des étudiant.e.s face à l'évaluation	Transposition des laboratoires intérieurs dans le milieu extérieur
Création d'un espace de discussion ouvert et accueillant	Risque de perturbation du milieu
Déconstruction du statut d'autorité des intervenant.e.s	Logistique de déplacement hors de l'établissement

4.4 Ajustements et recommandations

Nous aborderons dans cette section la 4e étape de la recherche, soit celle de « proposer des ajustements et des recommandations » suite à la mise à l'essai du programme. Nous présenterons d'abord les ajustements spécifiques qu'ils seraient souhaitables d'apporter au programme relativement à la situation du cours de biologie du Collège Bois-de-Boulogne. Par la suite, nous soumettrons des recommandations générales relatives au projet.

Nous avons regroupé les ajustements en trois groupes, soit ceux relatifs au milieu, au temps et aux stratégies pédagogiques. D'abord, le milieu où se sont déroulées les activités – soit le parc-nature - fut très apprécié pour le segment terrain. Par contre, les lieux intérieurs n'étaient pas vraiment adaptés pour accueillir 25 personnes; tous les cours théoriques se sont déroulés dans l'une des salles de la Maison du Ruisseau (parc-nature du Bois-de-Liesse) qui était légèrement trop petite pour le groupe.

Il y a aussi un autre facteur limitant si on voulait réorganiser le programme pour accueillir plus de groupes. Nous ne pouvons pas entrer plus qu'un groupe dans le chalet [...] en cas de pluie nous serions les deux groupes en dedans, ce qui n'est pas vraiment possible au niveau logistique. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

À cet effet, nous envisageons d'ajuster le programme *BiodiverCité* afin que tous les cours théoriques soient effectués en plus petit groupe ou en trouvant un plus grand espace pour offrir les segments théoriques. Nous avons aussi expérimenté les présentations avec support PowerPoint à l'extérieur. L'expérience générale était agréable, mais dérangeante au regard du bruit extérieur (camp de jour, oiseau, cigale, vent) et d'autres conditions (pluie, chaleur, lumière). Ce genre d'activité pourrait s'avérer plus agréable si les intervenant.e.s développaient des supports visuels autres que des PowerPoint, tels que nous l'avons fait lors du cours d'écologie, soit des acétates et un tableau blanc (Figure 4.14).



FIGURE 4.14 Moment du cours d'écologie (Crédit photo : Emilie Boulay)

Un dernier élément à modifier concernant les lieux serait d'explorer davantage le parc. Cette recommandation fut mentionnée par quelques étudiant.e.s qui auraient aimé découvrir une plus grande diversité de lieux dans le parc.

Avoir plus de temps sur le terrain. C'est certain que les cours théoriques étaient nécessaires, mais nous n'avons pas eu assez de temps sur le terrain.

S'il y a plus de projets à faire dans le bois, on pourrait passer toute la journée à l'extérieur et ça serait amusant.

Faire plus d'activités dans la nature.

Plus d'activités dans le vrai bois !
(Extrait de questionnaires d'étudiant.e.s)

Il est vrai que nous nous sommes restreints à une petite zone pour l'ensemble du programme d'activités. Nous pourrions développer davantage d'activités de type

rallye où les étudiant.e.s sont invités à se déplacer de façon autonome sur de plus grandes distances afin d'observer et d'analyser certains lieux.

En lien avec ce dernier sujet, le temps de déplacement entre les lieux des activités n'avait pas été pris en compte dans la préparation du programme ce qui a fait en sorte que nous ne pouvions pas nous déplacer très loin dans le parc. De plus, plusieurs activités ont duré plus de temps que prévu ce qui a légèrement modifié le déroulement d'autres activités. En fait, le temps fut un élément limitant en général pour le programme d'activités.

L'horaire était un peu trop serré. En même temps, je ne sais pas si c'est possible de l'étendre. À moins qu'on insère des périodes de déplacement dans l'horaire afin de s'assurer que les déplacements ne limitent pas la matière. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

Pour pallier à cette situation, nous proposons d'insérer dans l'horaire pour la prochaine fois, des temps de déplacement/ pause entre les activités. Il s'agira de « zones tampons » où les étudiant.e.s auront le temps de se déplacer d'un lieu à un autre et que les professeur.e.s pourront utiliser si un événement inattendu se produit et qu'une activité doit durer plus longtemps. De plus, au regard des intérêts des étudiant.e.s, nous avons noté qu'elles préféreraient les activités plus expérientielles où elles étaient directement impliqués. Par conséquent, nous envisageons pour la prochaine fois de réduire le temps des conférences (changement climatique, communication scientifique, colloque sur l'engagement) afin de les transformer en activités de terrain ou en ateliers pratiques.

Je vais être honnête avec vous. Je n'ai pas trouvé toutes les présentations que nous avons vues très intéressantes. C'était très court et concentré et il y avait beaucoup de matière là-dedans. Il y avait donc des choses intéressantes et des choses beaucoup moins intéressantes. (Extrait d'un groupe de discussion)

Je trouve qu'une heure de présentation c'est un peu lourd. J'aurais peut-être relocalisé certaines des présentations du vendredi. Par exemple, la

présentation sur l'agriculture urbaine aurait pu se dérouler lors de la journée des végétaux. (Extrait d'un groupe de discussion)

Les sujets en soi ont été généralement bien appréciés, mais les stratégies devraient être diversifiées afin d'éviter de se retrouver trop souvent à l'intérieur avec des présentations PowerPoint. La théorie transmise de façon directe pourrait être condensée afin de laisser un peu plus de temps à des stratégies favorisant un transfert indirect de savoir et de manière pratique. Par exemple, nous pourrions transformer la présentation sur la communication scientifique en un atelier où les étudiant.e.s devraient tenter de vulgariser un sujet environnemental à un groupe cible. De plus, la présentation sur l'agriculture urbaine pourrait se dérouler les mains dans la terre avec des conseils plus pratiques d'agriculture.

Sur ce point, nous terminerons nos propositions d'ajustements avec des observations sur les stratégies pédagogiques à modifier ou à ajouter dans le cadre du programme. Tel que nous l'avons déjà mentionné, nous souhaitons accorder davantage de temps aux activités pratiques et de terrain. Nous avons ainsi pensé ajouter des activités d'échantillonnage afin d'observer dans le milieu d'autres classes du vivant, telles que les oiseaux et les mammifères. De plus, plusieurs étudiant.e.s auraient souhaité participer à davantage d'activités abordant des exemples d'actions écocitoyennes qu'il leur pourraient entreprendre.

Je ne sais pas si c'était le but du colloque qu'on devait avoir aujourd'hui, mais même si j'aurais envie d'agir et tout ça, je ne sais pas vraiment comment agir ou dans quel groupe m'impliquer. Je sais que si fais les recherches nécessaires, je vais trouver, mais je trouve ça dommage qu'il faille faire ce genre de recherche, alors que d'autres choses inutiles sont beaucoup plus accessibles. (Extrait d'un groupe de discussion)

Amener des personnes qui pourraient nous montrer comment c'est simple de s'impliquer ou quelqu'un qui recueille des signatures pour une pétition contre l'oléoduc. (Extrait d'un questionnaire des étudiant.e.s)

Il manquait lors du programme un segment montrant les différents moyens de s'impliquer comme étudiant.e.s du cégep (Extrait d'un questionnaire des étudiant.e.s)

Initialement, nous avons invité le CQDE et le CRAPAUD à ce sujet. Toutefois, nous pourrions préparer un document qui présente des organismes s'impliquant dans le domaine de l'environnement à proximité du collège. Finalement, l'un des défis reliés à l'intégration d'une problématique socio-environnementale d'actualité est que celle-ci doit être renouvelée. En effet, la situation doit conserver un lien de pertinence avec l'actualité, ce qui nécessite une adaptation constante. Si ce programme est renouvelé, les responsables devront faire des démarches pour trouver une nouvelle situation qui intègre à la fois des aspects écologiques, sociales et économiques. Il existe néanmoins plusieurs problématiques locales ou à plus grande échelle qui s'inséreraient très bien dans ce type de programme pédagogique, telles que la gestion des eaux usées, l'aménagement urbain (parc urbain), la gestion des espèces invasives ou en voie de disparition, etc.

En résumé, les principaux ajustements à apporter au programme *BiodiverCité* sont reliés au milieu afin de mieux l'explorer et le découvrir, au temps afin de ralentir le rythme des journées et optimiser le temps passé à l'extérieur, ainsi qu'aux approches pédagogiques afin de favoriser des stratégies participatives et renouveler la situation problème qui se trouve au centre du programme.

TABLEAU 4.12 Ajustements spécifiques à apporter au programme *BiodiverCité*

MILIEU	TEMPS	STRATÉGIES PÉDAGOGIQUES
Utiliser des locaux appropriés pour les cours théoriques.	Prévoir du temps de déplacement.	Éviter les présentations théoriques trop longues.

MILIEU	TEMPS	STRATÉGIES PÉDAGOGIQUES
Explorer davantage le parc.		Ajouter des activités d'exploration ou d'échantillonnage du milieu naturel.
Éviter les présentations PWP à l'extérieur.	Augmenter la durée des activités de terrain / pratiques.	Ajouter des activités favorisant le développement de savoir-faire écocitoyen.
	Réduire le temps des conférences.	Intégrer une nouvelle situation problématique comme fil conducteur du programme.

Au regard de l'ensemble des résultats du développement (dont la mise en oeuvre) du programme, nous tenons à énoncer en terminant des éléments fondamentaux ayant contribué à l'atteinte des objectifs d'apprentissage et à stimuler l'intérêt des étudiant.e.s à l'égard du programme. Nous retrouvons parmi ces éléments, des approches, des stratégies et d'autres aspects de la démarche pédagogique que nous recommandons pour la poursuite de ce programme, mais aussi pour la mise sur pied d'autres programmes d'ERE.E en milieu collégial. Ces éléments ont été présentés et discutés tout au long des derniers chapitres et nous les résumons ici:

1. Concevoir des activités et des évaluations qui stimulent le développement d'un **savoir-agir écocitoyen** (débat et mémoire);
2. Intégrer une **situation problématique, concrète et d'actualité** (approche par problème ou par question vive) comme trame pédagogique du programme afin de favoriser la cohérence des activités entre elles et le transfert des savoirs acquis;
3. Intégrer la **pédagogie de terrain** particulièrement dans des milieux de proximité afin de favoriser l'apprentissage expérientiel et une reconnexion à

la nature;

4. Développer des **activités interdisciplinaires, dynamiques et interactives** afin de stimuler le plaisir d'apprendre, l'ouverture à diverses formes de savoirs et l'implication des étudiant.e.s dans leur apprentissage;
5. User des **périodes extra-scolaires** (par exemple : avant ou après la session) afin de mieux répartir les activités académiques des étudiant.e.s;
6. Impliquer une **diversité d'intervenant.e.s passionné.e.s** afin qu'illes agissent à titre de modèle;
7. **Impliquer plusieurs acteur.rice.s du milieu** dans le projet afin que celui-ci s'ancre dans la communauté collégiale et qu'il puisse être maîtrisé par une diversité de personnes;
8. Favoriser la **collaboration** entre le milieu formel et le milieu non-formel de l'éducation afin de stimuler le partage des expertises et des tâches pédagogiques.

Ces recommandations sont principalement dédiées aux praticien.ne.s du milieu collégial afin de les inspirer dans leur démarche d'intégration de l'ERE.E et de les encourager dans cette avenue malgré tous les défis et enjeux que ce type de projets peuvent impliquer. De plus, ces éléments sont aussi dirigés vers les chercheur.se.s de ce milieu afin d'initier de nouvelles recherches sur ces sujets et de poursuivre le projet d'institutionnalisation de l'ERE.E en milieu collégial.

CHAPITRE V

DISCUSSION GÉNÉRALE

Nous tenons d'abord à rappeler le but de cette recherche, soit contribuer au développement du champ théorique et pratique de l'éducation relative à l'environnement dans le milieu collégial. Ce dernier chapitre présente un survol de l'ensemble du projet. D'abord, nous ferons un retour sur certains résultats liés aux choix pédagogiques du programme que nous avons développé afin de les mettre en relation avec des éléments du cadre théorique initial. Ensuite, les enjeux relatifs à la démarche de création d'un tel programme de formation, soit le segment « développement » de cette recherche, seront abordés. Nous soulèverons aussi les apports potentiels d'un programme de ce type. Puis, la démarche de recherche sera traitée afin de souligner les enjeux, les apports généraux et les limites de celle-ci. Nous terminerons en présentant les perspectives de poursuite du programme et les retombées possibles.

5.1 Retour sur les principaux résultats liés à la pédagogie

Le précédent chapitre a permis de présenter les principaux résultats de notre recherche liés aux choix pédagogiques, ainsi que d'entamer la discussion autour de ceux-ci. La prochaine section approfondit nos réflexions sur ces résultats afin de les mettre en relation avec les éléments théoriques adoptés au fondement de cette recherche. L'analyse des résultats est regroupée sous deux pistes de réflexion, soit les compétences écocitoyennes et la motivation à apprendre.

5.1.1 Compétences écocitoyennes

La notion de compétence constitue un élément central de ce projet considérant que l'objectif global de la recherche est de développer un programme interdisciplinaire portant sur des problématiques environnementales, visant à développer un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s du programme collégial de sciences de la nature. Dans le cadre théorique de cette recherche, nous nous étions initialement référés au concept de compétence développé par Le Boterf (1998) et avons abordé la recherche avec la perspective que l'appréciation d'une compétence ne consiste pas à « évaluer un stock » (Le Boterf, 1998), mais plutôt à évaluer un processus. Le programme visait à développer particulièrement deux compétences :

1. participer efficacement à un débat sur une question socio-écologique;
2. produire un mémoire dans le cadre d'une audience publique.

À travers l'analyse des résultats, nous avons observé des manifestations d'éléments de compétences pour ces deux compétences, ce qui suggère qu'elles ont été développées et exercées dans le cadre de notre programme. Les étudiant.e.s semblent avoir réussi à repérer une diversité d'enjeux interdisciplinaires associés à la question traitée, à identifier les principales parties prenantes et les rapports de pouvoirs, à agir efficacement pour la recherche d'information, l'analyse/interprétation des données et la communication des résultats.

Il a aussi été observé que les étudiant.e.s ne sont pas sortis du programme avec le même niveau de compétences écocitoyennes puisqu'elles n'avaient pas initialement le même bagage d'expériences. Le développement de ces compétences écocitoyennes va bien au-delà du cadre éducationnel formel puisqu'il se déploie tout au long de la vie d'une personne (Sauvé, 2010).

Certaines activités peuvent être observées en direct, d'autres non, car elles s'échelonnent sur des durées longues ou interviennent lorsque surgissent

des événements qui ne sauraient, par définition, être prévus. (Le Boterf, 1998, p.148)

De plus, l'aspect académique et formel de notre programme ne permettait pas nécessairement de développer des compétences écocitoyennes en situations réelles. La visée du programme était de permettre aux étudiant.e.s de développer un savoir-agir écocitoyen afin de pouvoir le déployer par la suite dans un cadre authentique en tant que citoyen.ne.s. Or, notre situation fictive ne mettait en œuvre que des « compétences requises » qui ne constituent pas des compétences réelles. « La compétence requise, c'est la partition ; ce sont les règles ou les critères qu'il faut respecter. La compétence réelle, c'est l'interprétation ou l'improvisation » (Le Boterf, 1998). Par ailleurs, Chawla et Cushing (2007) ont souligné la nécessité de participer à des expériences quotidiennes dans la nature, dans une organisation ou dans un réseau social afin de favoriser l'engagement socio-environnemental des personnes. Notre programme n'offrait qu'une expérience, pouvant certes permettre de mener les étudiant.e.s plus loin dans le développement d'un savoir-agir, mais ne s'inscrivant pas dans un processus continu d'éducation écocitoyenne.

Le programme donnait aux étudiant.e.s un cadre concret et accessible pour développer ces compétences, mais il serait nécessaire que celles-ci continuent à se déployer à plus long terme et en situation réelle. Comme le signale Le Boterf (1998), une compétence n'existe pas si elle n'est pas portée par un individu et si elle n'est pas entretenue. En dehors du programme, les étudiant.e.s devront faire le choix de se plonger dans certaines situations pour mettre en application ces compétences. Or, « s'engager implique de se définir » (Thomashow, 1996) et cette notion d'identité est intrinsèquement liée au savoir-être. Pour qu'une réelle identité environnementale et écocitoyenne se forge, il est nécessaire que les étudiant.e.s puissent reproduire ces expériences et développer un plus grand sentiment de compétence et d'appartenance à leur communauté. Comme le présente Hansotte (2004), l'identité collective (qu'implique l'écocitoyenneté) c'est l'utilisation non plus seulement du « je », mais

du « nous ». Développer des intelligences ou savoir-agir collectifs est exigeant (Hansotte, 2004) et difficile à déployer dans un contexte où l'individualisation de l'apprentissage et de la réussite est omniprésente. Néanmoins, le programme a réussi à confronter cette vision individualiste pour faire vivre aux étudiant.e.s une forme d'apprentissage plus engageante.

En résumé, le savoir-agir écocitoyen que les étudiant.e.s parent développer lors du programme constitue une première base sur laquelle illes pourront continuer à construire leur identité écocitoyenne individuelle et collective et à déployer leurs compétences.

5.1.2 Motivation à apprendre

La « motivation » ou l' « intérêt » à apprendre constitue une étape fondamentale dans le processus d'apprentissage (Jang, Reeve, et Deci, 2010; Ryan et Deci, 2000). D'une part, nous voulions vérifier cette attitude en demandant initialement aux étudiant.e.s leurs sources de motivation à participer à ce programme et donc à apprendre par/dans celui-ci, et d'autre part, il nous importait de valider l'intérêt soulevé par le programme (suite à celui-ci) auprès des étudiant.e.s. Nous avons ainsi considéré leur intérêt envers le programme comme un important résultat.

Afin de mieux aborder la notion de motivation, deux types de motivation seront distingués, soit « intrinsèque » et « extrinsèque ».

La motivation extrinsèque est un concept qui se rapporte aux activités qui sont entreprises pour obtenir un gain externe. La motivation extrinsèque contraste avec la motivation intrinsèque puisque cette dernière implique de faire une activité simplement pour le plaisir et la satisfaction qu'elle procure plutôt que pour sa valeur instrumentale. (Ryan et Deci, 2000, p.60, traduction libre)

Dans cette recherche, plusieurs étudiant.e.s se sont inscrit.e.s au programme avec une motivation qui semblait plus extrinsèque considérant les résultats obtenus lors de

l'analyse de la situation initiale. Certain.e.s participant.e.s ont partagé le fait qu'il désirait participer au programme afin de finir le cours de biologie plus tôt. Nous considérons ce type de motivation envers le programme comme instrumentale. Nous avons aussi conclu précédemment que le système d'évaluation du collégial entraînait une forte pression sur les étudiant.e.s particulièrement dans les curricula pré-universitaires.

Toutefois, suite à l'analyse des résultats de la validation du programme, certains indices portent à croire qu'il s'est produit tout au long de cette recherche une évolution dans les sources de motivation des étudiant.e.s envers le programme. Les discussions que nous avons menées avec les étudiant.e.s à la fin du projet ont permis d'identifier que plusieurs d'entre eux et elles ont développé de nouvelles motivations qui étaient pour la plupart reliées au contact avec la nature, à l'application du contenu théorique à des réalités concrètes, ainsi qu'à leur propre implication dans les activités. Nous attachons un caractère plus intrinsèque à ces sources de motivation puisqu'elles stimulent un plaisir à apprendre qui n'est plus d'ordre instrumental (soit la gestion de l'agenda académique). Ces éléments seront approfondis respectivement dans les paragraphes suivants.

D'abord, l'expérience d'être à l'extérieur dans la nature permettrait de diminuer le stress et d'établir une connexion affective, mais aussi cognitive avec l'environnement (Hinds et Sparks, 2008). Et de façon générale, l'élève ou l'étudiant.e peut être plus enclin à vouloir apprendre si l'environnement d'apprentissage est agréable et stimulant. Enfin, on peut reconnaître que les étudiant.e.s seront plus porté.e.s à apprendre le curriculum prescrit si illes y accordent une signification, ce qui implique de relier ces savoirs scientifiques à des réalités concrètes et familières (Price et McNeill, 2013). Aborder des savoirs scientifiques à travers des situations problématiques concrètes permet de stimuler la motivation à apprendre.

Il s'agit alors de permettre aux étudiants de développer une connaissance profonde du monde dans lequel ils vivent et les disciplines scientifiques, dans ce cadre, doivent prendre en compte des préoccupations sociales. (Albe, 2009, p. 56)

Les étudiant.e.s ont transposé la science dans un contexte tangible et accessible. De plus, la connexion entre responsabilité socio-environnementale et science a été appréciée par plusieurs participant.e.s puisqu'il s'agissait d'enjeux concrets où illes se s'entaient interpellé.e.s en tant que citoyen.ne.s.

Finalement, l'une de leurs sources de motivation a découlé de l'expérience engageante qu'illes ont vécue. Le recours à une approche de terrain et à des stratégies dynamiques a permis aux étudiant.e.s d'expérimenter une tout autre manière d'apprendre. Price et McNeil (2013) soulignent à cet effet l'importance de l'« expérience » dans les situations d'apprentissage. Dans leur étude, ces auteurs ont encouragé les participant.e.s à explorer les écosystèmes urbains autour de l'école et donc à vivre quelque chose de nouveau et d'engageant. Dans notre cas, il s'agissait aussi d'une expérience d'apprentissage motivante puisque les étudiant.e.s ont pu découvrir concrètement un nouveau milieu ou de nouvelles façons de percevoir celui-ci.⁶ De plus, la majorité des activités offrait un espace d'autonomie et d'exploration nécessaire pour stimuler l'intérêt et la motivation chez les participant.e.s.

- C'est comme ça que devraient être les classes de sciences.
 - C'est fort enrichissant et apporte un air nouveau aux cours magistraux.
 - Il faut faire participer l'élève pour l'intéresser.
 - Si l'école c'était comme ça, ce serait tellement plus cool.
- (Extraits du questionnaire 2)

Considérant que le paradigme éducatif actuel favorise une transmission directe ou indirecte de savoir de l'agent vers le sujet, les étudiant.e.s sont généralement moins

⁶ Au regard de cet intérêt marqué pour l'exploration du milieu naturel, nous avons noté qu'il aurait été intéressant de caractériser le « déficit nature » des étudiant.e.s lors de leur entrée dans le programme afin de compléter le portrait de la situation initiale.

impliqué.e.s dans le processus d'apprentissage. Néanmoins, « apprendre de façon autonome » fait partie des compétences générales visées par le programme de sciences de la nature (Gouvernement du Québec, 2016b). À cet effet, selon nos résultats, les activités préférées des étudiant.e.s sont celles où illes sont directement impliqué.e.s et autonomes. De plus, les recommandations qu'illes ont formulé.e.s tendent majoritairement à renforcer et bonifier ce type d'activités au sein du programme. Il est toutefois nécessaire de trouver un juste équilibre entre l'autonomie et la structure lorsqu'il est question de construire des situations d'apprentissage. Les apprenant.e.s doivent sentir qu'illes ont l'espace pour déployer leur curiosité et explorer leurs intérêts sans être entièrement laissé.e.s à eux/elles-mêmes (Jang et al., 2010).

En résumé, dans le cadre de ce programme, il a été question de connecter ou reconnecter les étudiant.e.s avec des sources de motivation à apprendre que nous considérons plus authentiques et qui font appel au plaisir d'apprendre, ainsi qu'à l'engagement des apprenant.e.s. Ce dernier aspect conclut la discussion sur les résultats liés à la pédagogie. Nous poursuivrons en discutant des enjeux et avantages entourant le développement du programme.

5.2 Retour sur la démarche de développement du programme

Cette section se penchera sur le développement du programme *BiodiverCité*, afin de soulever les enjeux et les relier à sa conception. D'une part, nous structurons les enjeux au regard du cadre formel ainsi que du rôle qu'ont joué les professeur.e.s, les étudiant.e.s et le GUEPE dans ce projet. D'autre part, les apports du programme seront abordés sous deux perspectives, soit celle du Collège Bois-de-Boulogne et celle du GUEPE.

5.2.1 Enjeux liés au déploiement du programme

Plusieurs enjeux identifiés tout au long de la démarche de développement du programme sont reliés au cadre formel du milieu d'intégration. En fait, l'institutionnalisation du programme impliquait de composer avec le paradigme porté par l'institution et plus généralement par l'organisation éducative globale (prescriptions curriculaires gouvernementales). Les enjeux de développement posés par le cadre formel du cours et de l'établissement seront abordés. Par la suite, nous présenterons les enjeux associés au rôle traditionnellement assigné aux professeur.e.s dans ce milieu et à l'attitude des étudiant.e.s au regard de leur formation. Finalement, les enjeux concernant le rôle du GUEPE dans ce projet seront discutés.

5.2.1.1 Pression du cadre formel

Selon notre diagnostic initial et nos observations tout au long de la démarche de développement, le cours de biologie se situe principalement dans un paradigme rationnel de l'éducation (Bertrand et Valois, 1999), tel que présenté dans le chapitre II de ce mémoire. Nous avons déjà discuté dans ce chapitre des défis qu'impliquerait de porter un paradigme éducatif différent de celui qui prédomine. En fait, il s'agit de nager à contre-courant sur plusieurs aspects, tels que la conception de l'éducation, les stratégies d'enseignement et d'évaluations, ainsi que le contenu-matière (Bertrand et Valois, 1999). De plus, malgré l'ouverture des professeur.e.s pour l'intégration de nouvelles formules éducatives, ces personnes sont freinées par les normes et compétences attendues du milieu.

L'étude des dispositifs et du contexte multi-institutionnel dans lequel [les programmes pédagogiques] naissent, s'insèrent et se déploient, montre que la question de l'autorité et des pratiques d'autorisation doit être abordée à l'échelle personnelle ou individuelle ainsi qu'à l'échelle institutionnelle ou collective. (Berryman, 2006-2007, p.147)

D'une part, dans le cadre de notre projet, l'administration du collège se devait d'appliquer les normes et compétences dictées par le gouvernement pour le cours. La

pondération du cours constituait une directive particulièrement importante pour les responsables de programme puisque selon eux et elles, le gouvernement les observe de près à ce sujet. D'autre part, notre professeure-collaboratrice devait s'en tenir à ce qui est prescrit par la direction du programme et par le département de biologie. Or, ces directives varient d'un établissement collégial à l'autre et les professeur.e.s détiennent généralement une importante marge de manœuvre pour l'élaboration de leur plan de cours. Dans notre cas, les professeur.e.s responsables d'un même cours devaient mettre en œuvre un plan de cours (objectifs, contenus et examens) relativement similaire, ce qui fût un enjeu central dans le développement du programme. Nous n'avions pas accès à plus d'heures que celles initialement prévues dans le cours alors que nous devons conserver l'entièreté de la matière, en plus d'intégrer de nouveaux objectifs et de nouvelles activités. Le programme a donc été construit autour de la matière déjà prévue. Notre intervention a consisté à synthétiser le contenu théorique afin de l'enrichir et de l'appliquer à des sujets interdisciplinaires en environnement. En résumé, l'administration et le département de biologie nous autorisaient à offrir ce programme si la matière, les évaluations et le nombre d'heures étaient respectés. Cette pratique d'homogénéisation pédagogique vise à ce qu'une "égalité des chances" soit assurée entre tou.te.s les étudiant.e.s, ce qui soulève néanmoins plusieurs problèmes fondamentaux (Blais, Gauchet et Ottavi, 2013). Il s'agit d'un concept qui a déjà été discuté au chapitre I de ce mémoire puisque la « justice » (une certaine conception de celle-ci) fait partie des valeurs portées par le paradigme éducatif rationnel (Bertrand et Valois, 1999).

Dans le paradigme industriel, on encourage la *juste* compétition, tant au niveau du talent que celui de l'ambition. Il s'agit d'amener les plus talentueux au sommet afin de bénéficier au maximum de leur capacité [...] La capacité, pour un individu, de réaliser cet idéal repose sur l'affirmation que nous qualifions de prétention, que tous jouissent, au départ d'une égalité identique des chances. (Bertrand et Valois, 1999)

L'« égalité des chances » est reliée dans ce contexte au concept de méritocratie (Young, 1958), soit de baser le succès scolaire sur les mérites et talents individuels. Cette vision de l'éducation tend à baser la réussite sur des méthodes d'enseignement et d'évaluation très restreintes en supposant que les personnes qui réussissent dans ce contexte d'apprentissage sont celles ayant mis l'effort nécessaire. Néanmoins, il existe un éventail de façon dont les êtres humains peuvent aborder, analyser et conceptualiser le monde qui les entoure. Une réelle « égalité des chances consisterait donc « à donner à chacun toutes les possibilités de vivre pleinement *sa vie*, et d'être reconnu dans sa différence » (Blais, Gauchet et Ottavi, 2013). Plusieurs intervenant.e.s et étudiant.e.s ont particulièrement apprécié le fait que les stratégies pédagogiques utilisées lors du programme étaient variées et sortaient du cadre habituel.

Ça sort du magistral aussi. Je trouve que le programme a intégré plusieurs médiums d'animation, ce qui permet d'aller chercher différents types de personnes. Il y a des personnes qui retiennent plus ou moins d'information selon la stratégie utilisée. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

Notre programme témoigne aussi des avantages à ancrer les apprentissages dans des situations concrètes, et ce, de façon interdisciplinaire. Nous avons mentionné, au chapitre I, que cette approche constituerait potentiellement un enjeu particulier pour l'enseignement des sciences. Or, la discordance épistémologique entre l'enseignement des sciences et l'ERE (Charland, 2006) n'a pas été un enjeu central dans notre projet. En fait, la professeure du collège était particulièrement ouverte à ce sujet et rejoignait l'idée que le curriculum scientifique doit considérer l'interdisciplinarité.

Le fait de présenter une problématique environnementale avec seulement la perspective de biologistes, ça serait leur mentir. L'interdisciplinarité leur permet de voir plusieurs aspects à considérer et de voir la diversité des intervenants qui sont impliqués. Je crois que ces éléments ont permis d'accrocher certaines personnes qui n'avaient pas un très grand intérêt pour la biologie [...] Habituellement, il faut qu'ils apprennent la matière

par cœur sans nécessairement comprendre les différentes applications que ces connaissances peuvent avoir. Toutefois, dans le cadre du programme, ces connaissances étaient rattachées à une problématique et ils voyaient l'utilité d'apprendre toutes ces choses et même à quoi ça peut leur servir plus tard même s'ils ne sont pas biologiste. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

En résumé, les principaux obstacles relatifs au développement du projet ont été rencontrés lors de la phase d'autorisation par l'administration du collège et le département de biologie. L'enjeu principal a été d'accommoder les exigences de l'établissement, c'est-à-dire d'assurer une « égalité des chances », tout en intégrant des approches et stratégies pédagogiques diversifiées et novatrices pour ce milieu. Nous traiterons d'ailleurs dans la prochaine section du rôle important qu'a occupé la professeure dans cette démarche.

5.2.1.2 Rôle et posture de la professeure et des étudiant.e.s

En lien avec ces enjeux de développement du programme, nous considérons que le rôle du/de la professeur.e est central dans la mise en œuvre ou la transformation du paradigme actuel de l'éducation institutionnelle. Ce sont en effet les professeur.e.s qui portent la responsabilité de l'organisation des situations pédagogiques, de l'acquisition de savoirs et de l'évaluation des apprentissages. D'ailleurs, lors du programme, notre professeure-collaboratrice a mentionné que ce nouveau projet s'ajoutait à sa pile de tâches d'enseignement déjà exigeantes en temps et en engagement. Ainsi, les professeur.e.s ayant l'audace et le courage d'intégrer de nouvelles pratiques pédagogiques à leurs plans de cours le font souvent par motivation personnelle, et ce, en offrant des heures de bénévolat.

Il y avait aussi les enjeux d'organisation de travail pour moi. Est-ce que le collège va me remettre le temps que je passe sur le projet? Ça ne s'était jamais fait. Il y avait aussi la disponibilité de la technicienne pour monter les laboratoires et le matériel qu'il fallait gérer. Il y avait la période du programme qui se chevauchait avec certaines de mes tâches au collège. Il fallait que je remette durant la même période mes échéanciers et les

cahiers de notes. Il y avait la journée d'accueil que je devais organiser. Je ne pouvais pas laisser tomber le programme pour m'occuper de toutes ces choses. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

Nous notons aussi l'isolement de la professeure dans ce projet. Il s'agit d'un phénomène déjà souligné par Sauvé (2001) dans le milieu de l'enseignement secondaire où certain.e.s enseignant.e.s, souhaitant intégrer de nouvelles pratiques, ne disposent pas toujours des encouragements ou de l'implication d'autres collègues. Dans notre cas, nous n'avons pas beaucoup développé la relation avec les autres membres de l'équipe professorale, ce qui a occasionné quelques problèmes de reconnaissance et de compréhension du projet.

Je ne suis pas certaine que les professeurs ont compris ce que je faisais. Il y a même le chargé de programme qui pensait changer mes tâches une semaine avec le début du programme pour mettre un autre professeur à ma place. Il n'avait vraiment pas compris tout le travail que nous avons investi là-dedans. J'ai toutefois parlé du projet aux autres professeurs qui donnent le même cours que moi et ils ont trouvé  a intéressant. Je ne sais pas s'ils seraient prêts à la faire cependant. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

Il s'agit d'un aspect qui devra être modifié à l'avenir puisqu'un tel projet pédagogique ne peut tenir sur les efforts de quelques personnes. Il serait beaucoup plus souhaitable que ce soit la communauté du collège (administration, professeur.e.s, technicien.ne.s de laboratoire, étudiant.e.s, etc.) qui le porte afin d'assurer son ancrage dans le milieu et sa pérennité. Notre démarche a été appropriée pour une première année de mise à l'essai, toutefois le programme gagnerait à être maîtrisé par d'autres professeur.e.s. D'ailleurs, le projet mobilisait aussi des collaborateur.rice.s externes au collège. Cette collaboration inter-organisme a permis de séparer les tâches et d'alléger le travail supplémentaire qu'impliquait le développement du programme. En fait, la professeure était responsable des activités théoriques et de certaines activités de laboratoire alors que le GUEPE et d'autres intervenant.e.s externes se chargeaient de l'organisation et de l'animation de plusieurs activités de terrain et d'ateliers.

Un dernier enjeu découlant du milieu institutionnel est la relation et l'attitude des étudiant.e.s vis-à-vis leur formation. D'une part, comme discuté dans le chapitre IV, la structure évaluative du milieu collégial et le contexte des programmes préuniversitaires créent un climat de compétitivité entre les étudiant.e.s et dirigent leurs intérêts principalement vers l'évaluation des apprentissages. En fait, en début de projet, les étudiant.e.s nous ont questionnés spécifiquement sur la structure des évaluations. De plus, selon les résultats obtenus dans le premier questionnaire et lors des groupes de discussion, il semble que l'une des principales motivations des étudiant.e.s à participer au programme était d'ordre stratégique afin d'« alléger » leur session. Au regard de ces enjeux, il a fallu établir un compromis « entre deux logiques difficilement compatibles, l'une centrée sur l'apprentissage, l'autre sur la performance » (Corriveau, 2005). Comme compromis, nous avons développé des stratégies d'évaluations intégratrices de l'ensemble des savoirs du programme, afin d'éviter que les étudiant.e.s s'engagent uniquement dans les activités où les apprentissages étaient évalués.

En résumé, le rôle de la professeure et l'attitude des étudiant.e.s relativement à leurs apprentissages ont posé des enjeux pour le déploiement du projet. Dans ce contexte, il a fallu composer avec la surcharge de travail de la professeure et la pression à performer de certain.e.s des étudiant.e.s. Toutefois, nous avons réussi à surmonter ces défis, ainsi qu'à initier une réflexion avec les étudiant.e.s et la professeure sur ces rôles et plus largement sur celui de l'éducation.

5.2.1.3 Rôle et contraintes du GUEPE

Pour cette dernière section d'enjeux de développement, il sera discuté de la position particulière qu'occupait le GUEPE dans ce projet. D'abord, rappelons que le GUEPE avait pour rôle de co-construire et d'animer ce programme, d'offrir des ressources matérielles, ainsi que le milieu d'enseignement pour le projet. À la base, le GUEPE est un organisme d'éducation relative à l'environnement à but non-lucratif et ne

pouvait donc offrir ce programme gratuitement. En fait, nous avons tenté initialement d'aller chercher des subventions afin de diminuer les coûts qu'impliquaient le développement et la mise à l'essai du programme. Malheureusement, la plupart de nos demandes ont été refusées et nous avons dû demander aux étudiant.e.s de déboursier un montant de 40\$ pour l'inscription.

De plus, le programme s'est déroulé à la fin de la période estivale où le GUEPE est déjà occupée par de multiples projets (camps de jour, activités grand public, offres professionnelles, etc.). La disponibilité des éducateur.rice.s-naturalistes était donc restreinte. Un autre défi était que le programme intégrait des notions théoriques plus approfondies en biologie et en écologie, ce qui nécessitait pour le GUEPE d'impliquer des naturalistes ayant une formation complète dans ce domaine. De plus, nous devions partager les lieux avec d'autres groupes de camp de jour. Cette situation a nécessité de bien structurer l'horaire afin d'éviter d'engorger certains espaces. Néanmoins, ce contexte a permis à des campeur.se.s du GUEPE d'observer des activités marquantes, telles que la pêche à la senne.

5.2.2 Apports du programme

Afin de clore le survol de la démarche de développement, nous tenons à souligner les apports positifs du programme pour le GUEPE et le Collège Bois-de-Boulogne. Il s'agit d'élément particulièrement important puisque la démarche collaborative a permis de mener à bon port notre projet de recherche, mais aussi de contribuer à l'enrichissement du savoir de ces organisations collaboratrices dans le domaine de l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté.

5.2.2.1 Pour le GUEPE

En premier lieu, rappelons que dans le contexte initial, le GUEPE ne détenait pas de programme ou d'offres pédagogiques spécifiquement pour le milieu collégial. D'ailleurs, lors de l'entrevue avec le GUEPE, les intervenantes ont mentionné que la

formation est « allée beaucoup plus loin » qu'à l'habitude considérant que leur public cible est principalement, celui des jeunes du préscolaire, primaire et secondaire. L'approche interdisciplinaire et par problème constitue, selon elles, « la suite logique des activités avec les plus jeunes » où les stratégies sont plus axées sur l'exploration et le développement de liens affectifs/cognitifs avec le milieu naturel. Par conséquent, le programme a permis au GUEPE de concevoir un ensemble de matériel et d'activités pédagogiques en écologie et en environnement destinés aux étudiant.e.s du milieu collégial, ainsi qu'une expérience en animation avec ce type de groupe.

Par ailleurs, les intervenantes ont mentionné que le GUEPE serait en mesure de reprendre les rênes du projet, et par le fait même de continuer la collaboration avec le Collège Bois-de-Boulogne. De plus, cette première collaboration leur offre une visibilité dans le milieu collégial, ce qui pourrait potentiellement les mener à intégrer le programme dans d'autres établissements collégiaux.

5.2.2.2 Pour le Collège Bois-de-Boulogne

D'un point de vue spécifique, le programme a permis à la professeure-collaboratrice de connaître et d'expérimenter de nouvelles approches et stratégies pédagogiques propres à l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté. Elle a découvert différentes voies pour intégrer l'ERE.E au collégial et cela spécifiquement dans le cours de biologie « NYA-101-05 : Évolution et diversité du vivant ». D'un point de vue général, le collège aura acquis un programme pédagogique monté sur mesure par une équipe de professionnelles dans le domaine de l'éducation et de l'environnement. L'établissement collégial pourra aussi continuer la collaboration déjà entamée avec le GUEPE afin d'offrir le programme dans l'avenir. Par ailleurs, dans le cadre du cours de biologie, les professeur.e.s auront acquis un cahier de terrain créé spécialement pour le cours, qui intègre de nouvelles activités et informations. Selon la professeure :

Le cahier de terrain du programme était plus approprié que le cahier de laboratoire du cours actuel datant de 25-30 ans. La qualité graphique du document le rendait plus attrayant et facilitait l'apprentissage. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

Finalement, ce programme permet de contribuer à l'effort du collège à entretenir sa certification « Cégep Vert du Québec » qui « s'articule autour de l'intégration de l'éducation relative au développement durable et de l'application d'une gestion durable tout en privilégiant la concertation et la responsabilisation de la communauté collégiale » (Collège de Bois-de-Boulogne, 2015b). Comme discuté dans le chapitre I, cette certification a été mise sur pied par l'organisme Environnement Jeunesse (ENJEU) et impose comme critères d' « intégrer l'environnement dans le cursus scolaire d'au moins deux (2) cours, dans deux (2) départements » (ENJEU, 2017).

5.3 Retour sur la démarche de recherche

Les prochaines sections porteront sur le segment « recherche » de notre projet afin de faire un retour sur notre démarche. Il sera question de souligner quelques enjeux reliés à la recherche pour ensuite présenter ses limites et ses apports. D'abord, nous rappelons que l'objectif général de cette recherche était de développer un programme interdisciplinaire portant sur des problématiques environnementales et s'intégrant dans le cursus collégial de sciences de la nature.

5.3.1 Enjeux de la recherche

D'une part, cette recherche-développement de type collaborative impliquait de recruter des collaborateur.rice.s du milieu de l'éducation collégial. Le cheminement du projet de recherche dépendait donc initialement de l'intérêt des professeur.e.s de ce milieu. Pour ce qui est du GUEPE, l'organisme avait dès le départ accepté de collaborer à cette recherche ce qui a permis d'obtenir d'emblée un allié de taille.

Le fait que ce soit une collaboration, ça rend aussi le projet plus dynamique. GUEPE c'est un organisme qui travaille déjà avec la ville de

Montréal. Ce n'était pas un organisme obscur que personne ne connaissait. (Extrait de l'entrevue avec la professeure)

Par la suite, il s'agissait de contacter différents cégeps afin de présenter le projet et de potentiellement aviver l'intérêt de certain.e.s professeur.e.s. L'enjeu était donc d'abord de trouver quelqu'un.e, mais aussi d'avoir une vision compatible du projet afin de le faire cheminer judicieusement. Pour ce faire, il était souhaitable que le ou la professeur.e démontre une ouverture à modifier ses habitudes d'enseignement et à innover sur le plan pédagogique. En parallèle, les collaborateur.rice.s du projet devaient aussi obtenir l'autorisation de leurs supérieurs. En fait, l'administration et le département de biologie du collège, ainsi que le conseil d'administration du GUEPE devaient offrir leur approbation en amont avant que les travaux du projet ne puissent débiter concrètement.

Un autre enjeu de cette recherche a trait à la collaboration entre le Collège Bois-de-Boulogne et le GUEPE. En fait, cette collaboration s'est majoritairement déroulée par l'intermédiaire de notre recherche puisque les deux organismes n'ont pas pu interagir de manière autonome et établir une vision commune du projet. D'ailleurs, l'ensemble des collaboratrices ont soulevé cette limite lors des entrevues post-programmes.

Je pense que tu faisais la courroie de transmission, donc je n'ai pas vraiment eu à interagir avec GUEPE. Les intervenantes du GUEPE savaient ce qu'elles avaient à faire, car tu les avais déjà informées. (Extrait de l'entrevue avec la professeure de Bois-de-Boulogne)

Il pourrait y avoir l'enjeu autour de la collaboration avec le cégep. Pour cette année, c'est toi qui as fait le pont entre GUEPE et le cégep et ça semblait bien marcher. Toutefois, je ne sais pas si c'est quelqu'un d'autre quels enjeux ça pourrait soulever. (Extrait de l'entrevue avec des collaboratrices du GUEPE)

Il semble que certains avantages ou enjeux auraient pu émerger de cette collaboration si ma présence n'avait pas été aussi soutenue. Nos résultats concernant cette collaboration sont donc teintés par ma propre implication dans ce projet. Ces résultats

soulignent l'importance d'approfondir le rôle que devrait porter le ou la chercheur.se dans une recherche-développement de type collaborative (Desgagné, 2001). Il est vrai que ma présence aurait pu être plus effacée afin de laisser place aux actrices du milieu. Toutefois j'incarnais moi-même une de ces actrices à ce moment et il s'agit d'un des enjeux de cette recherche-développement. Ce type de démarche permet aux chercheur.se.s de sortir du seul monde théorique et de s'immerger entièrement dans la réalité du milieu pratique. Toutefois, il faut également assumer la subjectivité qu'entraîne cette situation puisqu'un tel engagement implique d'être émotivement relié au projet.

Le chercheur étant généralement le concepteur du produit ou faisant partie de l'équipe de concepteurs, il ne lui est pas toujours facile de poser un regard critique sur le produit. Un préjugé favorable envers le produit et envers les décisions prises en cours de développement. (Loiselle, 2001, p. 93)

Dans un tel cas, le/la chercheur.se fait partie intégrante de la recherche et il est de sa responsabilité d'accommoder ce double rôle d'acteur.rice/chercheur.se. À un certain moment, le/la chercheur.se doit se décharger du rôle d'acteur.rice.s afin d'arriver à formuler une autoréflexion critique de l'expérience vécue. Dans notre cas, la participation de la professeure, des intervenantes du GUEPE et des étudiant.e.s à la validation du programme a permis de diversifier les regards sur ce projet.

Finalement, rappelons l'un des enjeux éthiques de cette recherche qui était de dissocier la participation des étudiant.e.s au programme de leur contribution à la recherche. L'enjeu principal était d'éviter que notre position d'autorité au sein du programme n'influence l'engagement des étudiant.e.s à participer aux activités de la recherche. Dès le départ, nous avons clarifié avec les participant.e.s que leur évaluation lors du cours ne serait pas affectée par leur niveau de participation à la recherche. Nous n'avons pas observé de problème à ce sujet lors du programme.

5.3.2 Limites de la recherche

L'une des premières limites concerne la généralisation des résultats puisque les conclusions de cette recherche sont restreintes à un contexte très spécifique du milieu collégial. En effet, le programme ne pourra servir qu'à un nombre réduit d'intervenant.e.s se situant dans le milieu de l'éducation scientifique en contexte collégial et particulièrement dans le domaine de la biologie. Néanmoins, certains des résultats (avantages et des enjeux) de cette recherche pourraient offrir des éléments d'inspiration pour les chercheur.se.s et particien.ne.s souhaitant intégrer l'ERE de façon générale dans les curriculums du milieu collégial.

Par ailleurs, une autre limite est reliée à l'analyse de l'atteinte des objectifs d'apprentissage du programme de formation. Comme nous l'avons déjà mentionné, le développement d'un savoir-agir écocitoyen implique des compétences d'ordre psycho-social pouvant se construire à plus long terme ou même à la suite de plusieurs expériences de vie marquantes. Nous sommes donc restés très critiques et humbles face à l'atteinte de ces objectifs d'apprentissage et les avons considérés comme un travail en progression. D'ailleurs, une exploration complète du développement de ces compétences aurait nécessité un approfondissement du parcours de vie des participant.e.s. De telles conditions vont au-delà de la fenêtre de temps que permet le programme de maîtrise.

Finalement, nous tenons à souligner aussi l'aspect exigeant de ce projet. Il s'agit d'une recherche où chaque étape aurait mérité de faire l'objet d'une maîtrise en soi.

Alors que, dans d'autres types de recherche, le travail du chercheur consiste à mettre en place des mécanismes pour étudier un phénomène ou une situation déjà existante et à en faire l'analyse, le chercheur qui poursuit une recherche-développement devra travailler à la création de l'objet de recherche en plus de mettre en place les mécanismes nécessaires pour en faire une étude approfondie. (Loiselle, 2001, p.93)

Considérant le temps et les ressources qui nous étaient accordés, il faut reconnaître le caractère exploratoire et empirique de cette recherche menée dans un contexte spécifique. Cela ne lui enlève pas pour autant sa pertinence. Au contraire, cette recherche qualitative témoigne d'un projet pédagogique développé par des acteurs et actrices du milieu de l'éducation postsecondaire, permettant d'offrir un portrait spécifique de la situation de l'intégration de l'ERE dans un milieu collégial donné et de transmettre une proposition de formation validée en contexte et développée en collaboration avec des praticiennes du milieu formel et informel. Une telle proposition comporte certes des éléments transférables à des contextes semblables. À ce sujet, la prochaine section souligne plus précisément les apports spécifiques de la recherche.

5.3.3 Apports de la recherche

Par ce projet, nous avons tenté de contribuer à l'avancement du champ de recherche en éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté. En premier lieu, la mise à l'essai du programme a permis de valider certains fondements théoriques propres à l'ERE.E. En effet, les résultats de notre validation ont confirmé les apports positifs de l'approche interdisciplinaire, de terrain, par problème et par questions vives. Les avantages pédagogiques et l'atteinte progressive des objectifs d'apprentissage témoignent de l'importance d'amener les étudiant.e.s dehors, de leur faire vivre des expériences concrètes, significatives et stimulantes, où le savoir est décloisonné. De plus, nous avons expérimenté certaines stratégies pédagogiques privilégiées dans le champ de l'ERE, telles que le débat et l'écriture d'un texte analytique et réflexif sur une controverse environnementale (mémoire). Ces deux stratégies ont contribué au développement de compétences écocitoyennes.

Plusieurs éléments de la recherche rejoignent aussi l'effort national de recherche et de pratique pour l'institutionnalisation de l'ERE.E au Québec. Au regard des travaux réalisés dans le cadre du « Sommet sur l'éducation en matière d'environnement et

d'écocitoyenneté au Québec », notre recherche converge avec plusieurs éléments développés par un collectif d'acteur.rice.s du milieu de l'ERE.E en préparation d'une Stratégie québécoise (Centr'ERE, 2017), tels que :

- Mettre en évidence les possibilités d'intégration d'une ERE.E qu'offrent les programmes disciplinaires existants. Les valoriser. Proposer des compléments à ces programmes.
- Ancrer les apprentissages dans les réalités du milieu de vie. S'ouvrir à la communauté dans laquelle s'inscrit l'école. Promouvoir l'intégration des enjeux socioécologiques (« questions vives ») dans la formation générale et dans les programmes spécialisés en éducation postsecondaire. Favoriser l'expérience fréquente et signifiante du rapport à la nature.
- Favoriser l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité pour mieux développer une vision écosystémique et holistique des réalités ; inviter au dialogue et à la mobilisation des savoirs; valoriser la complémentarité des divers modes d'appréhension du monde.
- Aborder la dimension politique du rapport à l'environnement, au sens ou « politique » signifie « s'occuper ensemble des choses qui nous concernent tous ». Favoriser l'apprentissage de la discussion, du débat rigoureux et démocratique.

Il s'agit de principes essentiels pour l'intégration de l'ERE.E dans le milieu formel. Notre recherche contribue aussi à faire avancer cette institutionnalisation en milieu collégial, peu développé jusqu'à présent, et plus spécifiquement dans les curriculums de sciences. Comme discuté précédemment, le collégial constitue un milieu particulièrement pertinent pour la recherche en ERE.E considérant sa structure (Gouvernement du Québec, 2016b), la motivation des professeur.e.s (Bernard et Thibeault, 2009) et les projets déjà mis en œuvre par les acteur.rice.s du milieu (AQPERE, 2016; Bonin, 2006; Gargano, 2010; Lacoursière, 2017). À travers cette recherche, nous avons aussi observé que certaines des réflexions et conclusions de recherches en ERE.E (Berryman, 2007; Hinds & Sparks, 2008; Sauvé, 2001) et en éducation scientifique (Albe, 2009; Charland, 2006; Price & McNeill, 2013) s'étant

déroulées dans des contextes variés pouvaient avoir de la résonance en milieu collégial au Québec. Le champ de recherche en enseignement des sciences au collégial a aussi pu s'enrichir des avantages et des enjeux que nous avons relevés au regard du déploiement de l'éducation relative à l'environnement au sein du curriculum de science. De plus, nous avons exploré la pertinence de certaines approches et stratégies pour l'enseignement des sciences au cégep et offert aux praticien.ne.s des outils concrets pour faciliter cette intégration.

5.4 Poursuite et retombées du projet

L'un des apports particuliers de cette recherche-développement est que le projet pédagogique développé est d'une certaine manière indépendant de la recherche. En fait, l'une des retombées que nous avons envisagées initialement était d'offrir un programme validé aux praticien.ne.s du milieu. Comme mentionné précédemment, le GUEPE a accepté de prendre le programme sous son aile et de le faire cheminer, ce qui constitue une retombée particulièrement réjouissante. De plus, cette situation ouvre la porte à plusieurs opportunités pour la pérennisation du programme.

Premièrement, le Collège Bois-de-Boulogne a participé à la seconde édition en août 2017, et ce avec un nouveau professeur du département de biologie. Cette situation démontre l'intérêt d'autres professeur.e.s pour le programme.

Deuxièmement, le recrutement de collaborateur.rice.s du milieu collégial que nous avons entrepris au début de la recherche avait permis d'entrer en contact avec d'autres professeur.e.s, éventuels collaborateurs. Suite à la première année de mise à l'essai du programme, deux professeur.e.s de deux cégeps différents nous ont recontactés pour s'informer sur la poursuite du projet par le GUEPE et les possibilités d'intégration dans leur propre établissement. D'une part, des professeur.e.s de biologie du Cégep Gérald Godin désiraient arrimer notre programme à un nouveau cours complémentaire de biologie qu'elles souhaitaient déployer. Leur motivation était de

monter un cours pratique abordant l'environnement et les biotechnologies. Le but était que le programme permette de créditer l'ensemble du segment « environnement » du cours. Suite à plusieurs rencontres, ce projet avait avancé concrètement, toutefois faute d'un nombre suffisant d'inscriptions, le cours n'a pas pu s'ouvrir. Selon nos observations, la raison principale de ce manque d'inscription serait que ce cours complémentaire rivalisait avec un autre cours de chimie qui constituait un préalable pour plusieurs programmes universitaires. Les professeur.e.s ont néanmoins soulevé l'intérêt de tenter d'ouvrir le cours pour l'année prochaine.

D'autre part, un professeur du Collège Ahuntsic a proposé l'idée de développer une formation pour ses collègues du département de biologie afin de les initier à la pédagogie de terrain et à l'éducation relative à l'environnement. Cette retombée est spécialement intéressante puisqu'elle figure parmi nos recommandations, c'est-à-dire d'« impliquer plusieurs acteur.rice.s du milieu afin d'ancrer le projet dans la communauté collégiale ». L'objectif était aussi de former ces professeur.e.s afin qu'elles s'approprient les approches et stratégies propres à l'ERE.E et qu'elles soient potentiellement en mesure d'accompagner des groupes d'étudiant.e.s dans le cadre du programme. Une telle formation a eu lieu en juin 2017 avec la collaboration du GUEPE et a accueilli une quinzaine de professeur.e.s de biologie du Collège Ahuntsic. Lors de cette formation d'une journée, nous avons pu aborder les fondements de l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté (buts et perspectives) et l'intégration de l'ERE.E dans la formation scientifique. Nous avons aussi présenté le programme pédagogique conçu dans le cadre de notre recherche (objectifs, approches, stratégies, mode d'évaluation, matériels pédagogiques, horaire, etc.) et certains résultats de validation (avantages et enjeux). Les professeur.e.s ont pu expérimenter concrètement certaines des activités que nous avons développées pour le programme *BiodiverCité* (activités d'échantillonnage, rallye, débat, etc.) afin de mieux apprivoiser la mise en œuvre de telles stratégies d'enseignement.

On observe ainsi un engouement bien présent dans le milieu collégial pour l'ERE.E. À cet effet, l'expérience du programme que nous avons développé et l'initiative de formation qui s'en est suivie soulignent l'importance des organismes d'éducation non-formelle, tel que le GUEPE pour l'accompagnement des professeur.e.s dans leur projet pédagogique.

CONCLUSION

Le contexte global de crise socio-environnementale et le désengagement au regard de l'exercice d'une citoyenneté responsable caractérisent la problématique générale à l'origine de cette recherche. D'un point de vue plus spécifique, nous nous intéressons aux circonstances entretenant l'inaction des institutions d'éducation face à l'intégration de l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté (ERE.E). Dans la perspective d'apporter certains éléments de solution, notre recherche vise à contribuer au développement du champ théorique et pratique de l'ERE.E au collégial, et spécifiquement dans le programme pré-universitaire de sciences de la nature. Cette recherche-développement d'un programme expérimental s'est développée en quatre étapes, chacune donnant lieu à un objectif de recherche:

1. Caractériser la situation initiale du milieu d'intégration;
2. Concevoir un programme de formation approprié au regard du diagnostic initial;
3. Valider le programme par une mise à l'essai auprès de deux groupes d'étudiant.e.s, au regard de sa pertinence contextuelle, de l'intérêt soulevé et de l'atteinte des objectifs d'apprentissages;
4. Proposer des ajustements au programme et des recommandations.

Rappelons que pour ce projet, nous avons établi une collaboration avec le Groupe uni des éducateurs-naturalistes et professionnels en environnement (GUEPE) et le Collège Bois-de-Boulogne. Le programme fut inséré dans le cours de biologie 101-NYA-05 « Évolution et diversité du vivant » du programme de sciences de la nature à l'été 2016.

Le premier objectif de cette recherche, soit l'analyse de la situation initiale fut atteint. Cette étape a permis d'identifier quelques facteurs favorables et défavorables à l'intégration de l'éducation relative et à l'écocitoyenneté en milieu collégial, de dresser le portrait des participant.e.s au programme et aussi le contexte du cours de biologie.

D'une part, nous avons retrouvé certains éléments facilitants:

- L'âge des étudiant.e.s favorisant leur ouverture et leur intérêt pour l'écocitoyenneté;
- Le degré d'autonomie des professeur.e.s permettant une certaine marge de manœuvre pour la modification des plans de cours;
- L'un des objectifs généraux de la formation collégiale, soit « former l'élève à vivre en société de façon responsable », justifiant l'intégration de compétences citoyennes;
- Certains buts explicites de la formation de sciences de la nature : « résoudre des problèmes de façon systématique », « apprendre de façon autonome », « travailler en équipe », « établir des liens entre la science, la technologie et l'évolution de la société » et « définir son système de valeurs »;
- La certification « Cégep vert » encourageant l'administration du cégep et les professeur.e.s à intégrer l'ERE dans leur programme pédagogique.

D'autre part, nous avons repéré quelques éléments défavorables à l'intégration de l'ERE.E en milieu collégial et particulièrement dans le programme de sciences de la nature :

- Le cadre formel du programme (mode d'évaluation, limite de temps, contenu imposé, etc.);
- La prescription d'homogénéisation de la matière et des évaluations entre les professeur.e.s;
- La surcharge de tâches des professeur.e.s;

- La cote de rendement collégial (cote R);
- La surcharge de travail et de cours des étudiant.e.s;
- La prépondérance de l'approche cognitive ;
- Les cours séparés en silos disciplinaires.

Au regard de ce contexte, nous avons conçu de façon collaborative un programme intégrant une dimension environnementale et écocitoyenne au sein d'un cours de biologie du curriculum de sciences de la nature, ce qui constitue le deuxième objectif de cette recherche-développement. Le but de ce programme, intitulée *BiodiverCité*, est de développer un savoir-agir écocitoyen chez les étudiant.e.s. Pour ce faire, nous avons sélectionné et incorporé dans le programme une diversité d'approches propre au champ de l'ERE, soit la pédagogie de terrain, l'approche par problème, l'étude de questions vives et l'intégration interdisciplinaire. De plus, nous avons fait appel à un ensemble de stratégies diversifiées permettant aux étudiant.e.s d'explorer un des parcs-nature de la ville de Montréal et de développer des compétences écocitoyennes. Le programme fut construit autour d'une mise en situation concernant la problématique du transport du pétrole par oléoduc. Cette stratégie a offert un contexte concret et interdisciplinaire, où appliquer le contenu théorique du cours.

La mise à l'essai du programme auprès de 50 étudiant.e.s du Collège Bois-de-Boulogne réparti.e.s en deux groupes a permis de poursuivre le troisième objectif de la recherche, soit la validation du programme. Nous avons d'abord considéré l'atteinte des objectifs d'apprentissage que nous nous étions fixés. Ces objectifs étaient de développer deux types de compétences citoyennes, soit de 1) de participer efficacement à un débat sur une question socio-écologique et de 2) produire un mémoire dans le cadre d'une audience publique. D'une part, nous avons observé une évolution des savoirs relatifs aux enjeux environnementaux du transport du pétrole. De plus, les étudiant.e.s ont pu développer d'autres éléments de compétences, tels

qu'un savoir-faire écocitoyen relatif aux activités de débat et d'écriture d'un mémoire. Les résultats témoignent aussi du déploiement d'un savoir-être écocitoyen chez certains étudiant.e.s, soit une meilleure compréhension et prise de conscience de leur responsabilité vis-à-vis la société et l'environnement.

En plus de ces avantages, nous avons observé une évolution quant à la motivation des étudiant.e.s à participer au programme et à apprendre. Initialement, certain.e.s participant.e.s avaient une motivation instrumentale (extrinsèque) et au fur et à mesure que la formation se déroulait, illes ont démontré un peu plus d'intérêt, d'engouement et de plaisir à apprendre. Les étudiant.e.s ont particulièrement apprécié le contact avec la nature, leur implication dans les activités, ainsi que les sujets concrets et appliqués que nous avons abordés (transport du pétrole, perte de biodiversité, changements climatiques, etc.). Cependant, certains enjeux relatifs à l'utilisation d'approches et de stratégies novatrices pour ce milieu furent rencontrés. En fait, l'éducation aux questions vives et l'approche interdisciplinaire constituent des avenues pédagogiques exigeantes puisqu'elles impliquent la maîtrise ou le développement de plusieurs compétences d'ordre éthique, critique et politique autant pour les intervenant.e.s que pour les étudiant.e.s.

En lien avec notre quatrième objectif de recherche, nous avons formulé des recommandations permettant de faciliter l'intégration de l'ERE.E d'un point de vue général dans différents programmes du milieu collégial :

- Développer des activités dynamiques, expérientielles et interdisciplinaires ;
- Articuler les apprentissages autour d' une situation problématique, concrète et d'actualité comme trame pédagogique;
- Concevoir des activités et des évaluations qui tiennent compte du développement d'un savoir-agir écocitoyen;
- Intégrer la pédagogie de terrain;
- Utiliser des périodes hors-session (avant ou après la période normale);

- Impliquer une diversité d'intervenant.e.s passionné.e.s;
- Impliquer plusieurs professeur.e.s de la communauté collégiale dans le projet;
- Favoriser la collaboration entre le milieu formel et le milieu non-formel de l'éducation.

Concernant la poursuite du programme, le GUEPE s'est engagé à prendre les rênes du projet et de l'offrir à long terme aux établissements collégiaux intéressés, dont le Collège Bois-de-Boulogne qui a participé à la l'édition 2017 du programme (dans la foulée de notre première expérimentation de 2016), ainsi que deux autres cégeps ayant manifesté un intérêt pour intégrer ce programme dans le curriculum de sciences de la nature.

Également, nous poursuivrons de nouvelles avenues de recherche et de pratique pour le déploiement de l'ERE.E en milieu collégial. En fait, ce projet a permis d'explorer les points d'arrimage possibles de l'ERE.E avec la formation scientifique et spécifiquement avec le domaine de la biologie. Toutefois, il serait intéressant d'entreprendre d'autres recherches-développements ou même des recherches-actions afin d'élaborer des programmes relevant d'autres champs disciplinaires que les sciences. De plus, dans la foulée de plusieurs projets remarquables menés dans différents cégeps (AQPERE, 2016; Bonin, 2006; Gargano, 2010; Lacoursière, 2017), nous observons que les cours complémentaires constituent des portes d'entrée très intéressantes pour intégrer l'ERE.E en milieu collégial. En fait, la formation générale pour l'obtention d'un DEC comprend une section de cours complémentaires ouverts aux étudiant.e.s de tous les programmes et pouvant aborder différents domaines, dont celui des problématiques contemporaines (Gouvernement du Québec, 2016c). Cette avenue d'ERE.E doit être explorée.

En conclusion, cette recherche a contribué à l'atteinte de son but, soit au développement du champ théorique et pratique de l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté au collégial. Nous avons validé la pertinence de

certaines approches et stratégies propres à l'ERE.E dans ce milieu de formation. De façon générale, cette recherche a offert un aperçu des multiples avantages et enjeux de l'intégration de l'ERE.E en contexte collégial et a permis de formuler des recommandations pour de futurs projets d'intervention ou de recherche dans ce milieu. Nous considérons les cégeps et collèges du Québec comme des milieux particulièrement riches pour cultiver chez les professeur.e.s et étudiant.e.s, la vision d'un bien « vivre ici ensemble ».

ANNEXE A

CERTIFICAT D'ACCOMPLISSEMENT DE LA FORMATION EN ÉTHIQUE DE
LA RECHERCHE (ETC2 : FER)

**Groupe en éthique
de la recherche**

Piloter l'éthique de la recherche humaine

EPTC 2: FER

Certificat d'accomplissement

Ce document certifie que

Émilie Boulay

*a complété le cours : l'Énoncé de politique des trois Conseils :
Éthique de la recherche avec des êtres humains :
Formation en éthique de la recherche (EPTC 2 : FER)*

23 mai, 2016

ANNEXE B

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA
RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS DE L'UQAM

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE 3: sciences et sciences de l'éducation) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (Janvier 2016) de l'UQAM.

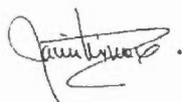
Titre du projet:	Des sciences naturelles aux sciences de l'environnement : Élaboration et évaluation d'un stage de terrain interdisciplinaire en milieu collégial
Nom de l'étudiant:	Émilie BOULAY
Programme d'études:	Maîtrise en sciences de l'environnement
Direction de recherche:	Lucie SAUVÉ

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.



Jacinthe Giroux

Professeure
Présidente du CERPE 3

ANNEXE C

DOCUMENT DE PRÉSENTATIONS DU PROGRAMME BIODIVERSITÉ
DESTINÉ AU COLLÈGE BOIS-DE-BOULOGNE

Programme *BiodiverCité*

Des sciences naturelles à l'engagement écocitoyen



Résumé du programme

Le programme *BiodiverCité* est un programme d'éducation relative à l'environnement (ERE) qui vise à enrichir le programme collégial de sciences de la nature en proposant aux étudiants une expérience de terrain axée sur l'exploration et l'étude d'enjeux environnementaux urbains. Le projet de ce programme est développé dans le cadre d'une maîtrise en sciences de l'environnement et soutenu par le Groupe uni des éducateurs-naturalistes et professionnels en environnement (GUEPE) en collaboration avec le Centre de recherche et de formation en éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté de l'UQAM (Centr'ERE). *BiodiverCité* offre aux étudiant.e.s une expérience unique de terrain dans l'un des magnifiques parcs-nature de la ville de Montréal qui se situe dans le secteur de la péninsule du parc du Bois-de-liesse. Le programme est d'une durée de 4 à 7 jours et se déroulera dans les semaines précédant le début de la session automne 2016. Nous désirons construire un lien entre *BiodiverCité* et le cours de Biologie 1 : *Évolution et diversité du vivant*. Le pilier du programme est l'examen de la problématique environnementale urbaine que chaque équipe est invitée à choisir et développer. Les étudiant.e.s sont ainsi plongé.e.s dans une mise en situation leur permettant de passer à travers toutes les étapes de la démarche scientifique. Le programme est aussi composé de différents ateliers, exposés, activités et autres permettant d'atteindre les objectifs d'apprentissage liés à l'acquisition de connaissances environnementales et écologiques. Il est à noter que l'accessibilité financière du projet fait partie de nos principales préoccupations. Le programme reste en phase de développement et nous tenons d'abord à vérifier l'intérêt des responsables collégiaux pour un tel programme. S'il y a intérêt, ces responsables seront invités à participer à l'élaboration plus détaillée du programme afin que les exigences, visions et idées soient mises en commun.

Contexte

Le cadre du programme collégial de sciences de la nature permet un apprentissage intéressant des différents savoirs disciplinaires, tels que la chimie, la biologie, les mathématiques et la physique. La formation scientifique et le développement d'une rigueur de travail sont très importants. Or, au-delà des champs disciplinaires, la prise de conscience face aux différentes problématiques environnementales est une réalité confrontant le monde scientifique. Actuellement, l'espace de ces sujets dans les différents programmes scolaires reste minime et une réflexion sur l'intégration des préoccupations environnementales au curriculum académique est essentielle. La contextualisation des différents champs disciplinaires à travers les enjeux environnementaux s'avère très pertinente et enrichissante afin de permettre un transfert de connaissances théoriques aux milieux pratiques. La dimension interdisciplinaire de ces problématiques permet aux étudiant.e.s de mettre en relation et observer la contribution des différentes disciplines.

Projet de recherche-intervention

Le programme *BiodiverCité* s'inscrit dans un projet de recherche-intervention de la maîtrise en sciences de l'environnement de l'UQÀM sous la direction de Lucie Sauvé, directrice du Centr'ERE. Les deux principaux objectifs de ce projet sont de 1) développer un programme de terrain offert par GUEPE et destiné aux étudiant.e.s du collégial sur les enjeux environnementaux urbains et 2) d'évaluer le programme au regard de sa contribution à la compréhension et à l'engagement des étudiant.e.s envers ces enjeux. Le programme prévu pour l'été-automne 2016 sera une première édition et aspirera à devenir un programme annuel offert par GUEPE. Ce premier programme fera aussi l'objet du projet de recherche en question. Les participant.e.s y consentant seront donc invité.e.s à répondre à un questionnaire et à participer à une entrevue de groupe ou individuelle.

Objectif général

Enrichir le programme collégial de sciences de la nature par l'intégration d'une dimension environnementale, favorisant ainsi l'approche interdisciplinaire des réalités et des enjeux environnementaux, et stimulant l'émergence d'une conscience écocitoyenne.



Objectifs d'apprentissage

1) Acquérir des connaissances et des aptitudes dans la résolution de problématiques environnementales urbaines

- Comprendre l'importance et la complexité des problématiques environnementales locales et urbaines.
- Comprendre le rôle de l'interdisciplinarité dans la résolution de problématique environnementale.
- Développer sa propre perspective critique vis-à-vis la relation entre l'humain et son environnement (nature).
- Développer des valeurs environnementales adéquates.
- Développer un savoir-agir et un pouvoir-agir face aux différents enjeux environnementaux dans une optique d'écocitoyenneté.

2) S'initier à la méthode scientifique.

- Apprendre à observer et analyser le paysage.
- Apprendre à formuler des hypothèses pertinentes et à concevoir des démarches adéquates pour les vérifier.
- Apprendre différentes stratégies d'échantillonnage et d'identification.
- Apprendre différentes stratégies d'analyse de données et de mise en évidence de résultats.
- Apprendre à discuter des résultats et à tirer des conclusions des résultats obtenus.
- Développer des compétences en communication/vulgarisation scientifique.

3) Se familiariser avec des concepts de base en écologie.

1. Découvrir la diversité du vivant et apprendre à utiliser des systèmes de classification.
2. Comprendre le concept de biodiversité.
3. Comprendre la relation entre les organismes vivants et leur milieu de vie.
4. Apprendre les différentes échelles d'étude du vivant: individu, population, communauté, écosystème, biome.

Collaborateurs



GUEPE

Le Groupe uni des éducateurs naturalistes et professionnels en environnement est un organisme non-gouvernemental à but non-lucratif qui œuvre dans le domaine de l'éducation depuis plus de 20 ans. GUEPE a acquis avec les années plusieurs expériences avec différents publics cibles autant dans les écoles, dans les parcs-nature et au sein de différents organismes de la communauté métropolitaine.

Le Groupe croit que c'est à travers une expérience privilégiée avec la nature que se développent une meilleure compréhension et des valeurs adéquates quant à la relation entre l'humain et son environnement. Un des objectifs visés par GUEPE est d'éduquer les participants autant au niveau personnel que collectif afin de développer un savoir-agir vis-à-vis l'environnement.

Centr'ERE

Le Centr'ERE est un centre de recherche en éducation et formation relatives à l'environnement et à l'écocitoyenneté situé à l'Université du Québec à Montréal. Le centre est composé de chercheur.e.s, d'étudiant.e.s, de partenaires et autres désirant participer au grand projet de l'éducation relative à l'environnement au sein de notre société. De plus, la collaboration entre les chercheur.e.s, les étudiant.e.s et les différent.e.s acteur.rice.s du milieu est fortement encouragée par le centre et permet un croisement fécond du savoir pratique et théorique.

Ville de Montréal (Potentiel)

La Ville de Montréal est un partenaire de GUEPE et permet à l'organisme d'utiliser les infrastructures et d'offrir différents services au sein des parcs-nature. La participation de la Ville de Montréal dans le projet se fera potentiellement par l'implication de représentant.e.s de la ville détenant des connaissances sur la réalité des parcs-nature urbains.



Période du programme

Fin août- Début septembre

Dans la(les) semaine(s) précédant la session d'automne 2016

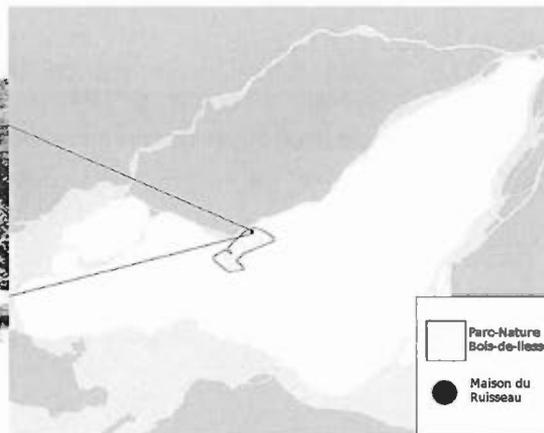
Programme d'une durée de 4 à 7 jours

Lieu

Parc-nature de Bois-de-liesse, secteur de la péninsule

Hébergement à la Maison du ruisseau

5, avenue Oakridge, Montréal,
Québec



Public cible et groupe

- Étudiant.e.s du collégial des programmes de sciences de la nature
- Dans le cadre du cours 101-NYA-05 : *Évolution et diversité du vivant*
- Maximum de 28 participant.e.s par groupe de programme

Stratégies d'apprentissage

- Lecture de paysage permettant aux participant.e.s de cerner des éléments problématiques.
- Exploration et échantillonnage dans différents écosystèmes : marais, rivière et forêt.
- Mise en situation dans une problématique locale et urbaine.
- Jeu de rôles incluant diverses parties prenantes pour la résolution du problème.

Approches pédagogiques

- Approche expérientielle
 - Expérience de terrain, situation concrète, lien de proximité avec le milieu, utilisation des sens pour découvrir l'environnement, etc.
- Approche coopérative
 - Collaboration, entraide, travail d'équipe, apprentissage de bonne stratégie de communication, etc.
- Approche interdisciplinaire
 - Intégration d'autres visions, ouverture à différents champs de savoir, vision globale des réalités, etc.
- Approche par problèmes
 - Apprentissage par l'action, situation concrète, autonomie, analyse des problèmes, développement d'un esprit critique, etc.

Liens utiles

<http://guepe.qc.ca/>

<http://www.centriere.uqam.ca/>



ANNEXE D

DOCUMENT DE PRÉSENTATION DU PROGRAMME *BIODIVERSITÉ*
DISTRIBUÉ AUX ÉTUDIANT.E.S DU PROGRAMME DE SCIENCES DE LA
NATURE DU COLLÈGE BOIS-DE-BOULOGNE LORS DU RECRUTEMENT

LE STAGE EN PHRASES CLÉS

- 5 jours de terrain intensifs
- Dans le cadre du cours IO1-NYA-05 : Évolution et diversité du vivant
- Arrivé à un projet de recherche
- Stage portant sur les problématiques environnementales urbaines
- Avec le Groupe uni des éducateurs- naturalistes et professionnels en environnement (GUEPE)
- Salle de classe nature (forêt, rivière, marais)



GUEPE?

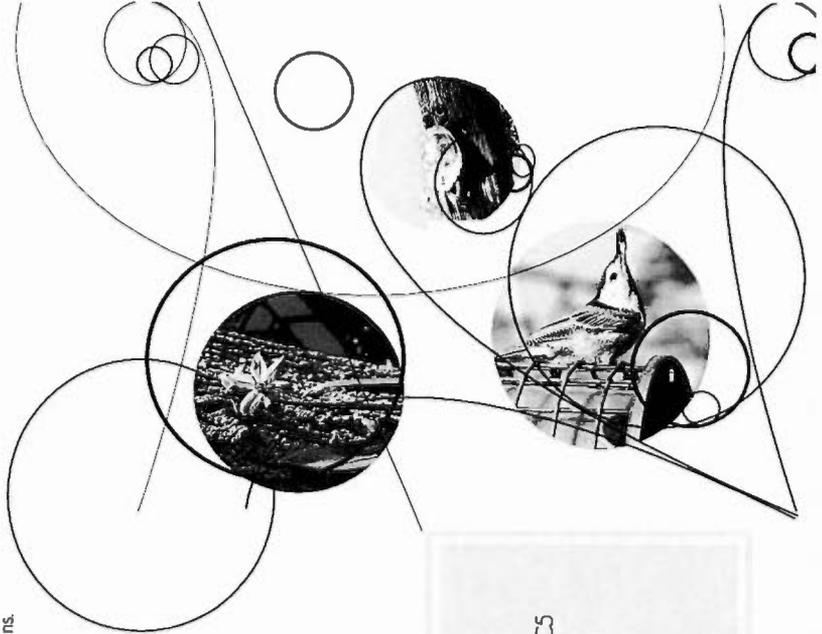
Le Groupe uni des éducateurs-naturalistes et professionnels en environnement (GUEPE), organisme à but non-lucratif, offre aux jeunes, ainsi qu'à la population, des services éducatifs et professionnels en sciences de la nature et de l'environnement depuis plus de 20 ans.

En favorisant un contact privilégié de ses participant.es avec la nature, GUEPE accroit les connaissances et les attitudes favorables au respect de la biodiversité.



Stage **BIODIVERSITÉ**

De la biologie aux sciences de l'environnement



NOS COORDONNÉES

Adresse

1, avenue Oakridge, Montréal, Québec, H4K 2C5

Téléphone

514-280-6829

Site Internet

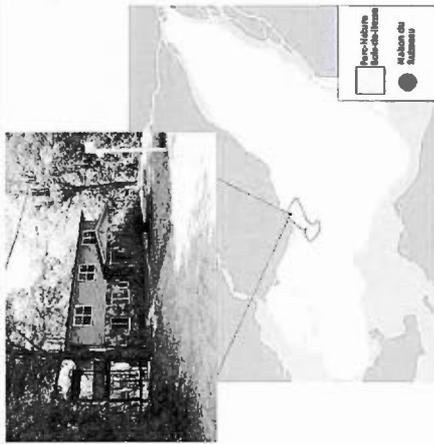
www.guepe.qc.ca/

Facebook

www.facebook.com/GUEPE/

Où?

Le stage se déroulera dans le magnifique parc-nature du Bois-de-Iesse dans le secteur de la péninsule. Certaines des activités auront lieu dans la Maison du Ruisseau se situant au 5, avenue Oakridge, Montréal, Québec.

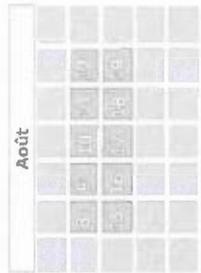


 Le parc est accessible en transport en commun via les autobus 68 et 468 Ouest



Quand?

Le stage sera d'une durée de 5 jours et se déroulera durant la semaine du 15 au 19 août, soit avant le début de la session d'automne.



Qu'est-ce qui est prévu?

Le stage couvrira le contenu de plusieurs séances du cours 101-NYA-05 : Évolution et diversité du vivant en plus de permettre une introduction aux sciences de l'environnement.

Le milieu naturel du parc-nature nous servira de laboratoire pour diverses séances d'échantillonnage afin d'explorer la biodiversité présente sur les lieux. Nous aurons la chance de découvrir plusieurs types d'écosystèmes (forêt, rivière, marais).

Ce stage vous permettra de mieux comprendre certains enjeux environnementaux urbains en plus de contribuer à identifier des pistes de solution.



UNE RECHERCHE?

Le stage BiodiverCité s'inscrit dans un projet de recherche de la maîtrise en sciences de l'environnement de l'UQAM. Le projet de recherche vise à développer un stage en environnement pouvant s'intégrer dans le programme de sciences de la nature. Il s'agit aussi de valider le programme en ce qui a trait à sa pertinence et de l'atteinte des objectifs d'apprentissage. Nous vous offrons la possibilité de participer à la recherche. Qu'est-ce que cela implique pour vous? Ça impliquerait, entre autres, de répondre à des questionnaires et de participer à un groupe de discussion. Il faut comprendre que le stage et la recherche sont dissociés, c'est-à-dire que l'évaluation de vos apprentissages (examen et rapport de stage) sera traitée indépendamment de votre participation à la recherche (par questionnaire et discussion de groupe).

COÛT DU PROGRAMME

Nous sommes présentement en attente pour des demandes de subvention. Nous désirons que le stage soit le plus accessible possible. Il se pourrait toutefois que les étudiant·es participant au stage doivent payer un montant d'environ 50-75\$ pour la totalité du séjour.

ANNEXE E

QUESTIONNAIRE 1 DISTRIBUÉ AUX ÉTUDIANT.E.S

Questionnaire 1: Projet *BiodiverCité*

Code permanent :

Âge : _____ Genre : Homme __ Femme __ Autre __

Programme(s) universitaire(s) envisagé(s):

1. _____ 2. _____ 3. _____

L'environnement

1) Pourriez-vous définir ce qu'est, selon vous, l'environnement? (sans consulter des documents)

2) Quelles images vous viennent d'abord à l'esprit quand vous pensez à « environnement »?

1. _____ 2. _____ 3. _____

Enjeux environnementaux

3) Selon vous, qu'est-ce qu'un enjeu environnemental?

4) Quelle est, selon vous, la problématique environnementale la plus préoccupante à Montréal? Quelles en sont les causes? De quelle(s) manière(s) pourrait-elle être résolue?

Engagement environnemental

3) Quel est votre niveau de préoccupation face aux problématiques environnementales?

Très préoccupé Préoccupé Peu préoccupé Pas préoccupé Ne sais pas

4) Avez-vous déjà entrepris des actions ou des projets qui démontrent votre engagement vis-à-vis l'une ou l'autre des problématiques socio-environnementales? Si oui, en quoi consistent-elles? Est-ce de manière individuelle ou collective?

5) Souhaitez-vous vous engager davantage dans l'avenir envers la cause environnementale? Si oui, de quelle manière?

Programme *BiodiverCité*

7) Quels sont vos intérêts et/ou vos motivations à participer au programme de terrain *BiodiverCité*?

8) Nommez un sujet ou une question en lien avec l'environnement ou l'écologie que vous souhaiteriez aborder durant le programme.

ANNEXE F

GRILLE D'OBSERVATION PARTICIPANTE

Grille d'observation participante

Descriptif de l'activité

Date :	Nom de l'activité :
Type d'activité (Exposé interactif, atelier, labo ou terrain):	Nom de/des intervenant.e.s:
Lieu :	Condition météorologique (Si activité extérieure):
Heure de début	Temps pour se rendre au lieu de l'activité
Heure de fin	Nombre de participant.e.s
Le matériel était-il prêt et fonctionnel?	Description du déroulement
Sujets abordés	
Questions posés par les participant.e.s	
Problèmes rencontrés	Éléments à améliorer
Commentaires et suggestions	
Manifestations d'intérêt de la part des étudiant.e.s	
Incident critique (événement non prévu, suscitant un enjeu ou apportant un éléments positif)	

ANNEXE G

QUESTIONNAIRE 2 DISTRIBUÉ AUX ÉTUDIANT.E.S

Questionnaire #2 projet *BiodiverCité*

Code permanent :

Engagement environnemental

1) Quel est votre niveau de préoccupation face aux problématiques environnementales?

Très préoccupé Préoccupé Peu préoccupé Pas préoccupé Ne sais pas

2) Diriez-vous que le programme *BiodiverCité* vous a permis de connaître des façons de s'engager vis-à-vis l'environnement? Si oui, lesquelles.

3) Qu'est-ce que vous avez compris de la notion d'écocitoyenneté?

4) Dans le contexte des enjeux environnementaux actuels, quel est le rôle du citoyen ou de la citoyenne? Détenons-nous le pouvoir d'agir?

5) À la suite du programme, y aurait-il une action ou une forme d'engagement que vous aimeriez entreprendre face à la situation socio-environnementale actuelle?

Programme *BiodiverCité*

6) Indiquer votre niveau d'appréciation à chacune des questions suivantes :

	Très satisfait	Satisfait	Peu satisfait	Insatisfait	Ne sais pas
La clareté et la précision des objectifs du programme. Commentaires : _____ _____					
Le contenu de la formation au regard de vos attentes. Commentaires : _____ _____					
L'alternance des stratégies pédagogiques (cours théorique/ activité de terrain/ atelier). Commentaires : _____ _____					
La pertinence du programme dans le cadre du cours de biologie. Commentaires : _____ _____					
Le choix des intervenant.e.s et conférencier.ère.s. Commentaires : _____ _____					
La clareté et la dynamique des communications de la part des intervenant.e.s. Commentaires : _____ _____					
La forme et le contenu du cahier de programme au regard des réalités du terrain. Commentaires : _____ _____					

7) Recommanderiez-vous cette formation à d'autres étudiant.e.s? Pourquoi?

8) Auriez-vous des suggestions/commentaires à faire à propos de ce programme dans la perspective où il serait offert à nouveau l'année prochaine?

ANNEXE H

GUIDE DE DISCUSSION AVEC LES ÉTUDIANT.E.S

Guide de discussion

Participant.e.s : Étudiant.e.s du programme

Moment : Durant la dernière journée du programme

Durée : Environ 30 minutes

Phase d'introduction (Brise glace) (5 min)

- Présentation du déroulement de la discussion (Enregistrement, tour de parole, thèmes, etc.)
- Questions brise-glace:
 - Avez-vous apprécié votre journée?
 - Parmi les initiatives environnementales présentées aujourd'hui, quel est votre coup de cœur?

Thème 1 : Le programme (10 min)

- Quel a été le moment le plus marquant ou le plus intéressant du programme selon vous? Pourquoi?
- A posteriori, qu'est-ce que le programme vous a apporté ? (Connaissances, savoir-faire, questionnements, etc.)
- Était-il pertinent au sein de votre parcours académique? Pourquoi?
- Qu'est-ce que vous changeriez pour le rendre plus adapté, plus intéressant, plus agréable?

Thème 2 : L'engagement (10 min)

- À la suite du programme, comment vous sentez-vous vis-à-vis du contexte socio-environnemental? Optimiste? Pessimiste?
- Qu'est-ce qui vous préoccupe le plus dans cette situation?
- Où se trouve selon vous le pouvoir d'agir face à cette situation? Au sein de l'État, des entreprises privées, de la société civile et/ou des groupes communautaires?
- Qu'est-ce que peut faire le ou la citoyen.ne dans ce contexte? Avons-nous une responsabilité d'agir? De s'engager?

Conclusion (5 min)

- Y a-t-il des actions que vous aimeriez poser? (Au cégep, au sein d'un organisme, chez vous, etc.)

ANNEXE I

GUIDE D'ENTREVUE AVEC LES COLLABORATRICES

Guide d'entrevue intervenant.e.s

Participant.e: Professeure du Collège Bois-de-Boulogne et intervenantes de chez GUEPE

Type d'entrevue: individuelle semi-dirigée

Moment: à la suite du programme

Durée: environ 1 heure

Thème 1 : Objectifs d'apprentissage

- Selon vous, les objectifs d'apprentissage ont-ils été atteints de façon satisfaisante?
- Ces objectifs d'apprentissage étaient-ils pertinents dans le contexte académique du programme de sciences de la nature?
- Est-ce que ce programme enrichi le programme de sciences de la nature? En quoi?

Thème 2 : Approches pédagogiques

- Les approches pédagogiques sélectionnées pour le programme vous ont-elles semblé pertinentes? Pourquoi?
- Auriez-vous des commentaires ou des suggestions pour de nouvelles approches à utiliser dans le cadre de ce programme?

Thème 3 : Stratégies pédagogiques

- Les stratégies pédagogiques sélectionnées pour le programme vous ont-elles semblé pertinentes?
- Auriez-vous des commentaires ou des suggestions pour de nouvelles stratégies à utiliser dans le cadre de ce programme?

Thème 4 : Horaire et lieux

- L'horaire du programme s'est-il révélé adéquat au regard de l'évolution des activités et de la durée de celles-ci?
- Avez-vous pu couvrir l'ensemble de la matière prévue dans le temps alloué?
- Les lieux où se sont déroulées les activités étaient-ils adéquats?

Thème 5 : Supports pédagogiques

- Les supports pédagogiques utilisés pour chacune des activités vous ont-ils semblé adaptés au contexte?
- La quantité et la qualité de ce support étaient-elles convenables?
- La forme et le contenu du cahier de terrain vous ont-elles semblé appropriées pour la structure du programme? Est-ce que cet outil pédagogique a semblé aider les

étudiant.e.s dans leur apprentissage?

Thème 6 : Intervenant.e.s

- Le choix des intervenant.e.s (conférencier.ère.s, étudiant.e.s, etc.) pour le programme vous a-t-il semblé adéquat?
- L'encadrement du programme par vous-même et/ou les autres intervenant.e.s vous a-t-il satisfait en ce qui concerne :
 - la communication, la vulgarisation et le dynamisme;
 - l'organisation;
 - la rigueur scientifique;
 - la relation avec les étudiant.e.s.

Thème 7 : L'évaluation

- Les stratégies d'évaluation utilisées dans le cadre du programme vous ont-elles semblé adéquates?
- Ces méthodes permettaient-elles de couvrir l'ensemble des objectifs d'apprentissage ciblés par le programme?
- Auriez-vous des commentaires ou des suggestions pour de nouvelles stratégies d'évaluation à utiliser dans le cadre de ce programme?

Thème 8 : Enjeux d'intégration

- Quels enjeux a soulevés l'intégration du programme dans le programme de sciences de la nature depuis le début du projet?
- De quelle nature sont ces enjeux ? (Administratif, organisationnel, éthique, monétaire, etc.)

Thème 9 : Recommandations

- Dans la perspective où ce programme serait offert l'année prochaine, quelles seraient vos recommandations ou suggestions d'ajustements? Il peut s'agir de modifications majeures ou mineures.

ANNEXE J

10 DEVIS D'ACTIVITÉS DU PROGRAMME *BIODIVERCITÉ*

Analyse physico-chimique d'un cours d'eau

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Apprendre à exécuter des protocoles de laboratoire.
- Apprendre à utiliser différentes techniques d'analyse physico-chimique de l'eau.
- Apprendre à caractériser certains écosystèmes aquatiques au regard de leurs caractéristiques physiques et chimiques.
- Comprendre certaines des interactions entre les organismes aquatiques et la physico-chimie du milieu.

Matériel

- Fiche d'échantillonnage
- Matériels d'analyse physico-chimique (pH, phosphore, azote, température, oxygène dissous, dureté, transparence, etc.)
- Contenants à échantillon (5-10 ml)
- Bottes de pluie
- Maquette du cycle de l'eau
- Chaudière

Préparation

- Se familiariser avec les tests physico-chimiques.
- S'assurer que tout le matériel pour les tests n'est pas périmé et en nombre suffisant.
- Disposer les sites dans le marais et la rivière (3 sites/cours d'eau).
- Imprimer la feuille de prise de note (2 par groupe).

Déroulement

1. Questionner les étudiant.e.s sur les différences physiques qu'elles observent entre le marais et la rivière. Discuter des rôles écologiques de chacun des écosystèmes.
2. Présenter la maquette du cycle de l'eau. Approfondir le rôle clé que joue le marais dans le cycle.
3. Demander aux étudiant.e.s de trouver les tests physico-chimiques qu'il est possible d'effectuer sur des cours d'eau. Compléter leur réponse et présenter l'affiche résumant les tests et leur fonction.
4. Présenter aux étudiant.e.s le déroulement de l'analyse et les sites où ils devront aller chercher les échantillons.
5. Séparer le groupe en équipe de 2-4 personnes et leur attribuer des tests à effectuer (2-3 tests).
6. Lorsque les équipes ont terminé de faire leurs tests, échanger les tests d'un groupe à l'autre afin d'en faire 3-4 répliqués par test.
7. ** Il est recommandé de laisser les étudiant.e.s autonomes durant l'activité, car elles sont supposé.e.s avoir lu préalablement les protocoles.**

Liens externes

- Caractéristiques du marais et de la rivière : cahier de terrain, p.1-25
- Résumé des paramètres physico-chimiques : <http://www.g3e-ewag.ca/programmes/capsules/cours-eau/physicochimie.html>

Activité d'échantillonnage de protistes

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Apprendre à utiliser un microscope optique.
- Apprendre à effectuer des montages de lame en milieu humide.
- Apprendre à identifier, classer et caractériser des protistes.

Matériel

- Stéréomicroscopes
- Contenants à échantillons (5-10 ml)
- Grandes affiches ou images avec différentes espèces de protistes
- Boîte de lames et lamelles
- Boîte de carton pour débris de verre
- Crayons permanents
- Compte-gouttes
- Fiche d'identification

Préparation

- Identifier les stations.
- Imprimer les fiches d'échantillonnage.
- Installer un espace de laboratoire intérieur ou extérieur.

Déroulement

1. Introduction (identification protiste, utilisation de microscope optique, montage en milieu humide, etc.) (10 min).
2. Récolte des échantillons d'eau du marais ou de la rivière (10 min).
3. Activité d'identification (40min).

Lien externe

- Utilisation d'un microscope : cahier de terrain, p.1-35 à 1-38

Rallye des végétaux

Programme *BiodiverCité*

Objectif

- Apprendre à identifier, classer et caractériser les hépatiques, les mousses, les lycopes, les prêles, les fougères; les angiospermes et les gymnospermes.

Matériel

- Carte du site
- Questionnaire (voir plus bas)
- Panneaux avec les numéros des stations
- Ruban de signalisation forestier
- Panneaux pour le pré-rallye
- Prix glacé :)

Préparation

- Faire les affiches pré-rallye.
- Faire le questionnaire en fonction des végétaux se trouvant dans la forêt.
- Faire la carte des stations.
- Installer les stations.
- Imprimer le questionnaire et carte du site.

Déroulement

1. Introduction.
2. Remplir la section pré-rallye du cahier de terrain (p. 2-4 à 2-6).
3. Former les équipes, expliquer le déroulement du rallye, remettre le questionnaire et la carte du site, indiquer les procédures en cas d'urgence et montrer comment identifier de l'herbe à puce.
4. Rallye.
5. Retour, correction et remise des prix.
6. Questions.

Lien externe

- Classification des végétaux : cahier de terrain p. 2-1 à 2-3

Rallye végétaux

Ordre des stations : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

Station 1

- Identifie ce conifère à l'espèce.

Station 2

- Identifie ce conifère à l'espèce.

Station 3

- Cet organisme est une angiosperme ou une gymnosperme?

Station 4

- Cet organisme se classe dans le groupe des prêles, des lycopodes, des mousses ou des hépatiques?
- La tige est-elle fertile ou stérile?

Station 5

- Nomme les deux parties de cette fleur qui sont pointées par un morceau de ruban gris.

Station 6 (Fougère)

- Identifie les deux parties qui sont pointées (ruban gris).
- La plante est-elle vascularisée?
- Est-ce la génération gamétophyte ou sporophyte?

Station 7

- S'agit-il d'une hépatique ou d'une mousse?
- Est-ce qu'il y a présence de gamétophyte femelle?
- La plante est-elle vascularisée?

Station 8

- Cet organisme se classe dans le groupe des prêles, des lycopodes, des mousses ou des hépatiques?
- Il se reproduit à l'aide de spores ou de graines?

Station 9

- S'agit-il d'une hépatique ou d'une mousse?

- La plante est-elle vascularisée?
- Comment se nomme la partie portant les feuilles?

Station 10

- Est-ce un gamétophyte ou un sporophyte?
- Trouve un cône femelle
 - Trouve une graine à l'intérieur du cône et ramène-là.
 - S'agit-il d'une graine enveloppée ou nue?

Bonus 1

- Quel est le plus grand organisme vivant au monde?

Bonus 2

- Qu'est ce qui est arrivé en premier sur terre la fleur ou la graine?

Bonus 3

- De quoi est composé le lichen? Quel est le type de relation entretiennent les éléments le composant?

Bonus 4

- Pourquoi les plantes carnivores ont-elles développé la capacité de manger certains organismes vivants? Quel est l'avantage?

Bonus 5

- Trouvez une plante envahissante sur le site et en récolter une feuille.

**Indice : il y en a une forêt entière au point indiqué sur votre map

***L'équipe ayant terminé avec le plus de bonnes réponses (le plus rapidement) gagnera un prix glacé.**

Activité d'échantillonnage des végétaux

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Apprendre à utiliser la technique d'échantillonnage en quadrat.
- Apprendre à identifier, classer et caractériser des végétaux à l'aide d'un livre d'identification.
- Apprendre à exécuter des protocoles de laboratoires.

Matériel

- Quadrats
- Ficelle
- Ruban de signalisation forestier
- Fiche d'identification
- Livre d'identification

Préparation

- Trouver ou construire des quadrats.
- Installer les sites.
- Imprimer les fiches d'identification.
- Vérifier qu'il n'y a pas d'herbe à puces.
- Faire une pré-identification de ce qu'il y a dans les sites.

Déroulement

- Présenter comment utiliser un guide d'identification et comment faire la méthode d'échantillonnage en quadrat.
- Échantillonnage (voir protocole cahier de terrain)
- Retour sur ce qui a été trouvé

Liens externes

- Identification de végétaux : cahier de terrain, p. 2-10 à 2-13
- Leboeuf, M. (2016) Arbres et plantes forestières du Québec et des Maritimes. Édition Michel Quintin, 416 pages.

Activité d'échantillonnage des macroinvertébrés

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Apprendre à identifier, classer et caractériser des macroinvertébrés benthiques à l'aide d'une clé d'identification.
- Comprendre l'importance des macroinvertébrés dans la caractérisation de l'état de santé des cours d'eau.
- Apprendre à exécuter des protocoles de laboratoires.
- Apprendre à utiliser un filet troubleau.

Matériel

- Fiche d'échantillonnage
- Aquarium ou contenant transparent
- Filets troubleaux
- Clés d'identification des macroinvertébrés
- Bottes-salopettes imperméables
- Contenants de triage
- Tamis
- Flacons-laveurs
- Loupes binoculaires
- Contenants à plusieurs compartiments
- Pipettes de plastique

Préparation

- Installer les stations.
- Trouver l'ensemble du matériel.
- Imprimer les clés d'identification.
- Imprimer les fiches de résultats.

Déroulement

1. Présentation des grandes familles de macroinvertébrés et comment les identifier
2. Présentation des macroinvertébrés comme indicateurs de pollution aquatique
3. Échantillonnage du marais (voir protocole du cahier de terrain)

Lien externe

Clé d'identification des macroinvertébrés :

http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macrouvertebre/guide.pdf

Activité d'échantillonnage des poissons

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Apprendre à identifier, classer et caractériser certaines espèces de poissons d'eaux douces à l'aide d'un livre d'identification.
- Apprendre à exécuter des protocoles de laboratoire.
- Apprendre à utiliser la technique de pêche à la senne.
- Comprendre le rôle écologique des poissons et leur sensibilité aux perturbations de leur habitat.

Matériel

- Senne (filet)
- Sceau
- Bottes-salopettes imperméables
- Livre d'identification
- Petits filets
- Affiche des poissons du Québec
- Vestes de sauvetage
- Piscine de plastique
- Aquarium
- Fiche de résultat

Préparation

- Imprimer la fiche de résultats.
- Acquérir un permis de pêche éducatif.
- Trouver un endroit pour la pêche.

Déroulement

1. Présentation des intervenant.e.s (parcours académique, expérience pertinente, autres informations pour inspirer les étudiant.e.s)
2. Présentation des grandes familles de poissons d'eaux douces du Québec avec quelques caractéristiques pour les reconnaître
3. Présentation des techniques d'échantillonnage de poissons
4. Faire un premier coup de filet pour tester la technique et demander aux étudiant.e.s d'en faire deux supplémentaires de façon autonome (voir protocole dans le cahier de terrain).
5. Mettre les poissons dans des piscines et identifier les poissons un à la fois en les montrant dans l'aquarium.

Lien externe

Affiche des poissons d'eaux douces du Québec :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/diversite/Poisson-eau-douce-Quebec.pdf>

Cours d'écologie

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Apprendre à étudier le vivant à différentes échelles: individu, communauté et écosystème.
- Se familiariser avec les concepts de biodiversité, de perturbation et d'état alternatif.

Matériel

- Tableau blanc et crayons
- Acétate
- Images des organismes du marais
- Aquarium avec organismes du marais
- Article scientifique sur les déversements pétroliers (voir en annexe du cahier de terrain)

Préparation

- Imprimer les images.
- Transmettre aux étudiant.e.s l'article scientifique.

Déroulement

Présentation interactive avec comme support visuel l'aquarium et le tableau blanc

Suivre le déroulement dans le cahier de terrain p.4-16 à 4-24

1. Qu'est-ce que l'écologie?
2. Écologie des communautés et des écosystèmes
3. Interactions inter et intraspécifiques
4. Réseau trophique
5. Relations symbiotiques, compétition, mutualisme et commensalisme
6. Écosystème
7. Cycle biogéochimique
8. Impacts des hydrocarbures sur les écosystèmes aquatiques

Atelier en sciences de l'environnement

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Comprendre la complexité des problématiques environnementales et le rôle de l'interdisciplinarité dans l'analyse de celles-ci.
- Développer sa propre perspective critique en ce qui concerne la relation entre l'humain et son environnement.
- Développer des compétences en communication lors d'un débat.

Matériel

- Fiches de préoccupations environnementales

Préparation

- Imprimer les fiches

Déroulement

1. Présentation des consignes et de l'ensemble des thèmes préoccupants :
 - Les changements climatiques
 - La perte de biodiversité
 - La corruption gouvernementale
 - La logique capitaliste des entreprises
 - Le désengagement des citoyens vis-à-vis l'environnement
 - Les réfugiés climatiques
 - La perturbation des cycles biogéochimiques

2. Débuter l'activité.

Tour 1

- Les étudiant.e.s vont rejoindre individuellement le thème qu'elles trouvent le plus préoccupant et se réunissent en équipe autour de ce thème.
- Travail d'équipe : discussion en équipe afin d'identifier les principaux arguments faisant en sorte que leur thème est le plus préoccupant, ce qui nécessite de mettre en relation l'ensemble des thèmes. (5 min)
 - Exemple d'argument pour l'un des groupes: « nous croyons que le désengagement des citoyen.ne.s est à la base de tous ces problèmes, car c'est la société civile qui devra prendre conscience des problèmes environnementaux et agir en conséquence. »
- Plénière : les équipes présentent les principaux arguments qui soutiennent leur position. (3 min/ équipe)
- Les étudiant.e.s peuvent à la suite de la plénière décider de changer de préoccupation.
- Faire le décompte des étudiant.e.s par préoccupation.
 - *La préoccupation où il y a le moins de personnes réunies est éliminée et celles où il n'y a personne sont aussi éliminées.
 - **Les personnes faisant partie de la préoccupation éliminée doivent se positionner dans l'une des préoccupations restantes.

Tour suivant

- Discussion en équipe (5 min)
- Plénière (3 min/équipe)
- Réorganisation des équipes (si nécessaire)
- Retirer la préoccupation ayant le moins d'étudiant.e.s.
- ** Continuer les tours jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une préoccupation.

3. Retour sur l'activité et discussion.

Atelier en sciences de l'environnement

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- Analyser les rôles, valeurs et interactions des différentes parties prenantes dans le débat sur l'oléoduc Énergie Est.
- Apprendre à construire des arguments pertinents et cohérents au sein d'une position.
- Développer un esprit critique vis-à-vis les différentes positions dans une situation présentant des enjeux environnementaux.

Matériel

- Chronomètre
- Plan du déroulement du débat

Préparation

- Préparer la structure du débat
- Donner les rôles aux étudiant.e.s au moins 4 jours en avance

Déroulement

(voir les différentes parties prenantes dans le cahier de terrain)

1. **Période d'introduction** : Chaque partie pourra présenter durant 2 minutes sa position et ses principaux arguments.
2. **Face à face** : À tour de rôle, l'animatrice de la discussion demandera à deux parties de discuter ensemble du sujet.
3. **Discussion libre**: Cette période permettra à tous les partis de discuter ensemble sur le sujet de manière libre. L'animatrice agira à titre de modératrice dans la discussion. Vous devrez prendre un tour de parole pour faire une intervention.
4. **Conclusion** : Chaque équipe disposera de deux minutes pour conclure. L'équipe pourra se servir des différents éléments apportés durant le débat pour conclure sur de nouvelles remarques et réflexions.

Atelier sur la communication scientifique

Programme *BiodiverCité*

Objectifs

- S'initier aux rudiments de la communication scientifique.
- Comprendre l'importance de la communication et de la vulgarisation scientifiques.
- Découvrir des projets de communication scientifique en environnement.

Matériel

- Ordinateur et projecteur
- Présentation
- Thèmes pour mini-atelier (public et sujet)

Préparation

- Préparer la présentation et les thèmes.

Déroulement

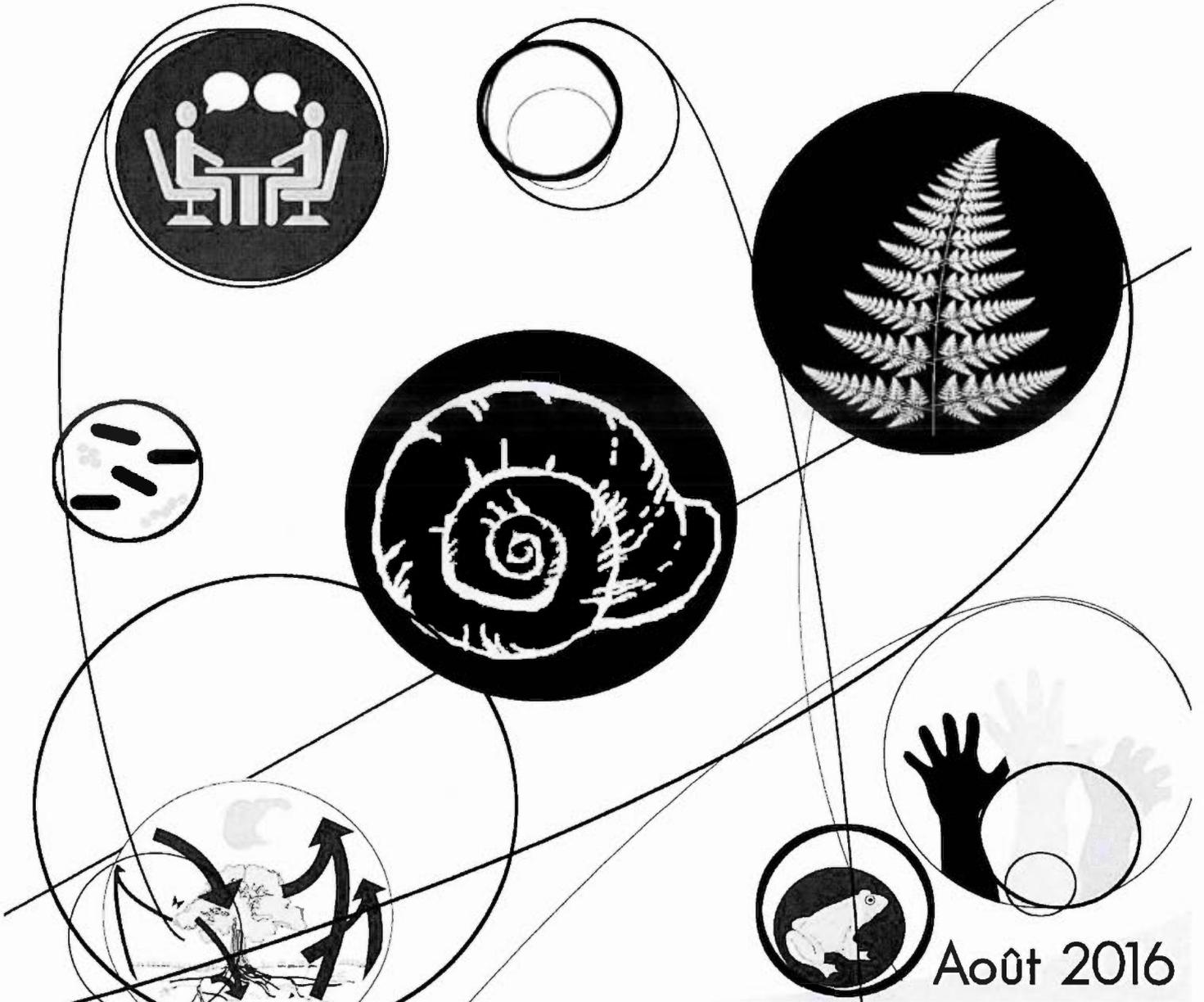
1. Présentation des intervenantes et de leur expérience en communication scientifique : Biodôme, 1000 jours pour la terre, « student on ice », etc.
2. Présentation sur l'ABC de la communication scientifique : pourquoi communiquer? C'est quoi être un.e bon.ne communicateur.rice?
3. Présentation sur les différentes facettes de la communication : différents publics, communication orale, communication écrite, etc.
4. Mini-atelier de communication orale où les étudiant.e.s doivent préparer une capsule de 3-5 min sur un thème spécifique dédié à un certain type de public.

ANNEXE K

CAHIER DE TERRAIN DU PROGRAMME *BIODIVERSITÉ*

BIODIVERSITÉ

Cahier de terrain



Août 2016

Nom de l'étudiant.e : _____
Groupe 1

Document produit par :



En collaboration avec le Collège Bois-de-Boulogne¹

Mise en page et conception : Émilie Boulay

Août 2016

¹ Certains exercices et segments théoriques sont tirés du cahier de laboratoire du cours de biologie «101-NYA-05» version 2015.

Table des matières

Jour 1

Présentation du programme.....	1-4
D'où vient le programme?.....	1-4
Les objectifs d'apprentissage du programme.....	1-4
Descriptions du cahier et des codes.....	1-5
Horaire de la semaine groupe 1.....	1-6
Bloc 1 : Activité d'introduction.....	1-7
Problématique environnementale.....	1-7
Évaluations.....	1-10
Critères d'évaluation.....	1-11
Devoirs obligatoires.....	1-14
Bloc 2 : Cours de laboratoire.....	1-15
Exercice 1.....	1-15
Exercice 2.....	1-18
Exercice 3.....	1-19
Exercice 4.....	1-22
Exercice 5.....	1-24
Bloc 3 : Caractérisation des cours d'eau.....	1-34
Bloc 4 : Analyse des échantillons.....	1-38
Guide pour l'utilisation d'un microscope.....	1-38
Identification des protistes.....	1-41

Jour 2

Bloc 1 : Rallye végétaux.....	2-3
Pré-rallye.....	2-3
Bloc 2 : Atelier sur les champignons.....	2-8
Le petit guide de la cueillette.....	2-9
Bloc 3 : Échantillonnage des végétaux.....	2-10

Jour 3

Manipulations 1 : Éponge.....	3-2
Manipulations 2 : Hydre.....	3-2
Manipulations 3 : Planaire.....	3-3
Manipulations 4 : Moule.....	3-4
Manipulations 5 : Néréis.....	3-6
Manipulations 6 : Arthropodes.....	3-7
Manipulations 7 : Échinodermes.....	3-8
Manipulations 8 : Clé d'identification.....	3-8

Jour 4

Bloc 1 : Échantillonnage des macroinvertébrés.....	4-1
Bloc 2 : Échantillonnage des poissons.....	4-3
Bloc 3 : Laboratoire sur les vertébrés.....	4-6
Bloc 4 : Cours d'introduction à l'écologie.....	4-5
Bloc 5 : Introduction aux sciences de l'environnement.....	4-24

Jour 5

Bloc 1 : Atelier communication scientifique.....	5-1
Bloc 2 : Cours sur les changements climatiques.....	5-2
Bloc 3 : Table de concertation.....	5-3
Déroulement de la rencontre.....	5-3
Les parties prenantes.....	5-4
Bloc 4: Colloque sur l'engagement écocitoyen.....	5-7

Présentation du programme

D'où vient le programme?

Le programme BiodiverCité s'inscrit dans un projet de recherche-développement de la maîtrise en sciences de l'environnement de l'UQAM sous la direction de Lucie Sauvé, directrice du Centr'ERE. Nous désirons contribuer au développement du champ théorique et pratique de l'éducation relative à l'environnement au collégial, plus spécifiquement dans le contexte de l'enseignement des sciences. Cette recherche consiste à élaborer et valider un programme de terrain permettant d'enrichir le programme collégial de sciences de la nature par l'apport d'une dimension environnementale et écocitoyenne.

Les objectifs d'apprentissage du programme

Les objectifs d'apprentissage de ce programme intégreront une partie des objectifs du cours «101-NYA-05 : *Évolution et diversité du vivant*» ainsi que des objectifs reliés aux problématiques environnementales et à l'écocitoyenneté.

1) Acquérir des connaissances et des aptitudes dans l'analyse et la résolution de problématiques environnementales.

- Comprendre l'importance et la complexité des problématiques environnementales.
- Comprendre le rôle de l'interdisciplinarité dans la résolution de problématiques environnementales.
- Développer sa propre perspective critique vis-à-vis la relation entre l'humain et son environnement.
- Développer un savoir-agir et un pouvoir-agir face aux différents enjeux environnementaux dans une optique d'écocitoyenneté.
- Apprendre à exécuter des protocoles d'échantillonnage et à utiliser différents instruments de laboratoire.
- S'initier à la démarche scientifique.
- Développer des compétences en communication/vulgarisation scientifique.

2) Apprendre à analyser l'organisation du vivant, son fonctionnement et sa diversité.

- Apprendre à identifier, classer et caractériser des organismes vivants.
- Se familiariser avec les concepts de biodiversité, de perturbation et d'équilibre.
- Comprendre la relation entre les organismes vivants et leur milieu de vie.
- Apprendre à étudier le vivant à différentes échelles: individu, communauté et écosystème.

Descriptions du cahier et des codes

Ce cahier de terrain sera votre outil de prédilection durant le programme. Il comporte l'horaire de la semaine, les exercices qui seront à faire durant les activités, des notions théoriques, les devoirs, les évaluations, des textes et bien plus !

Pour vous retrouver dans le cahier, veuillez prendre connaissance des codes suivants:



Bulle d'info : Sections offrant des informations supplémentaires sur un sujet.



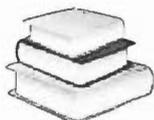
La théorie : Sections où se trouvent les informations théoriques.



Exercices : Sections où se trouvent les explications et le protocole pour les différents exercices et activités d'échantillonnage.



Devoirs : Sections où se trouvent les devoirs de la journée



Références : Sections où se trouvent les textes ou liens de référence afin d'accéder à plus d'informations sur le sujet.

Horaire de la semaine groupe 1

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5		
	Arrivé						
8h	Atelier D'introduction						
8h15							
8h30				Collège			
8h45					Arrivé		
9h	Cours Bactéries + Protistes	Cours Végétaux et Eumycètes	Cours Invertébrés	Échantillonnage Macroinvertébrés	Atelier communication Scientifique		
9h15							
9h30							
9h45							
10h							
10h15							
10h30							
10h45							
11h	Diner		Labo invertébrés	Échantillonnage Poissons	Cours Changements Climatiques		
11h15							
11h30					Labo vertébrés		
11h45							
12h	Caractérisation Physico-chimique Cours d'eau	Diner					
12h15							
12h30							
12h45							
13h	Analyse des Échantillons	Rallye Végétaux	Cours Vertébrés	Cours écologie	Introduction colloque		
13h15							
13h30							Colloque: Présentation #1
13h45							
14h	Cours labo	Atelier Champignons		Atelier Sc. Environnement	Colloque: Présentation #2		
14h15							
14h30		Échantillonnage Végétaux					
14h45							
15h	Départ						

Jour 1



Bloc 1 : Activité d'introduction

Problématique environnementale

Le projet d'oléoduc Énergie Est de la compagnie TransCanada (voir encadré de résumé du projet) figure parmi les enjeux environnementaux les plus discutés en ce moment au Québec.

Vous serez amené durant le programme à analyser les différents aspects de ce projet. Le tracé envisagé de passer sur l'île de Montréal et sur différents secteurs de la grande région métropolitaine. La communauté de cette région se questionne concernant les conséquences que pourrait avoir le passage de cet oléoduc autant au niveau écologique, social, économique ou politique. Il s'agit d'un projet d'envergure qui se trouve autant sur la table de négociations du fédéral que du provincial. Différentes parties prenantes se sont déjà positionnées, dans les médias au sujet de l'acceptation ou du rejet de ce projet.

Dans le but d'analyser cette situation, nous organiserons une table de concertation entre ces groupes. Cette rencontre se tiendra à la fin du programme et vous y incarnerez les parties prenantes (voir section «Table de concertation»). La table de concertation est une forme de rencontre utilisée dans des projets où différents groupes sont concernés. Ces groupes doivent en arriver à un but commun même s'ils ne détiennent pas les mêmes visions du projet. Dans le cadre de notre exercice, la table de concertation permettra aux acteurs de présenter leur avis et de discuter pour trouver possiblement une issue pour le projet. Cet exercice vous donnera l'occasion de considérer les arguments et les valeurs des différentes parties prenantes, ainsi que les interactions entre ces dernières.



Le projet d'oléoduc Énergie Est

«Le projet Énergie Est consiste en un oléoduc de 4 500 kilomètres de long, qui transporterait chaque jour 1,1 million de barils de pétrole brut de l'Alberta et de la Saskatchewan aux raffineries de l'Est du Canada.

Le projet prévoit ce qui suit :

- La conversion d'un gazoduc en oléoduc;
- La construction, en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, dans l'Est de l'Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick, de nouveaux tronçons qui seraient reliés à la canalisation convertie;
- La construction des installations connexes, des stations de pompage et des réservoirs requis pour le transport de pétrole brut de l'Alberta jusqu'au Québec et au Nouveau-Brunswick, y compris les installations maritimes qui permettraient d'avoir accès à d'autres marchés par navire.

Source : Office national de l'énergie
<http://www.one-neb.gc.ca>

Cette table de concertation sera le premier élément d'évaluation du programme (voir section «évaluations»). Par la suite, vous serez amené à rédiger un mémoire en tant que scientifiques interpellés par le projet (voir section «évaluations»). Un mémoire est une forme de texte qui permet à un.e citoyen.ne d'exposer ses opinions et ses préoccupations sur un projet. Cet exercice est souvent utilisé dans le cadre des consultations environnementales organisées par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE; voir encadré).

Pour l'exercice du mémoire, nous **supposerons** que le tracé d'un oléoduc, devant transporter du pétrole de l'Alberta jusqu'au Nouveau-Brunswick, traversera le parc-nature du Bois-de-Liesse sur l'île de Montréal en suivant le passage de la ligne de transport d'électricité d'Hydro-Québec (voir le plan du site). Lors du programme, vous récolterez des données concernant la biodiversité du milieu que vous pourrez intégrer dans le mémoire en suivant les différentes étapes de la démarche scientifique. Ce document que vous aurez à écrire constituera le deuxième élément d'évaluation du programme et il sera à remettre en équipe au cours de la session d'automne 2016.



Bureau d'audiences publiques sur l'environnement

«Le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) est un organisme public et indépendant qui relève du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Il permet aux citoyens de s'informer et d'exercer leur droit de parole sur des projets qui pourraient avoir des répercussions sur l'environnement, sur leur qualité de vie et sur toute question relative à l'environnement.» Source : <http://www.bape.gouv.qc.ca>

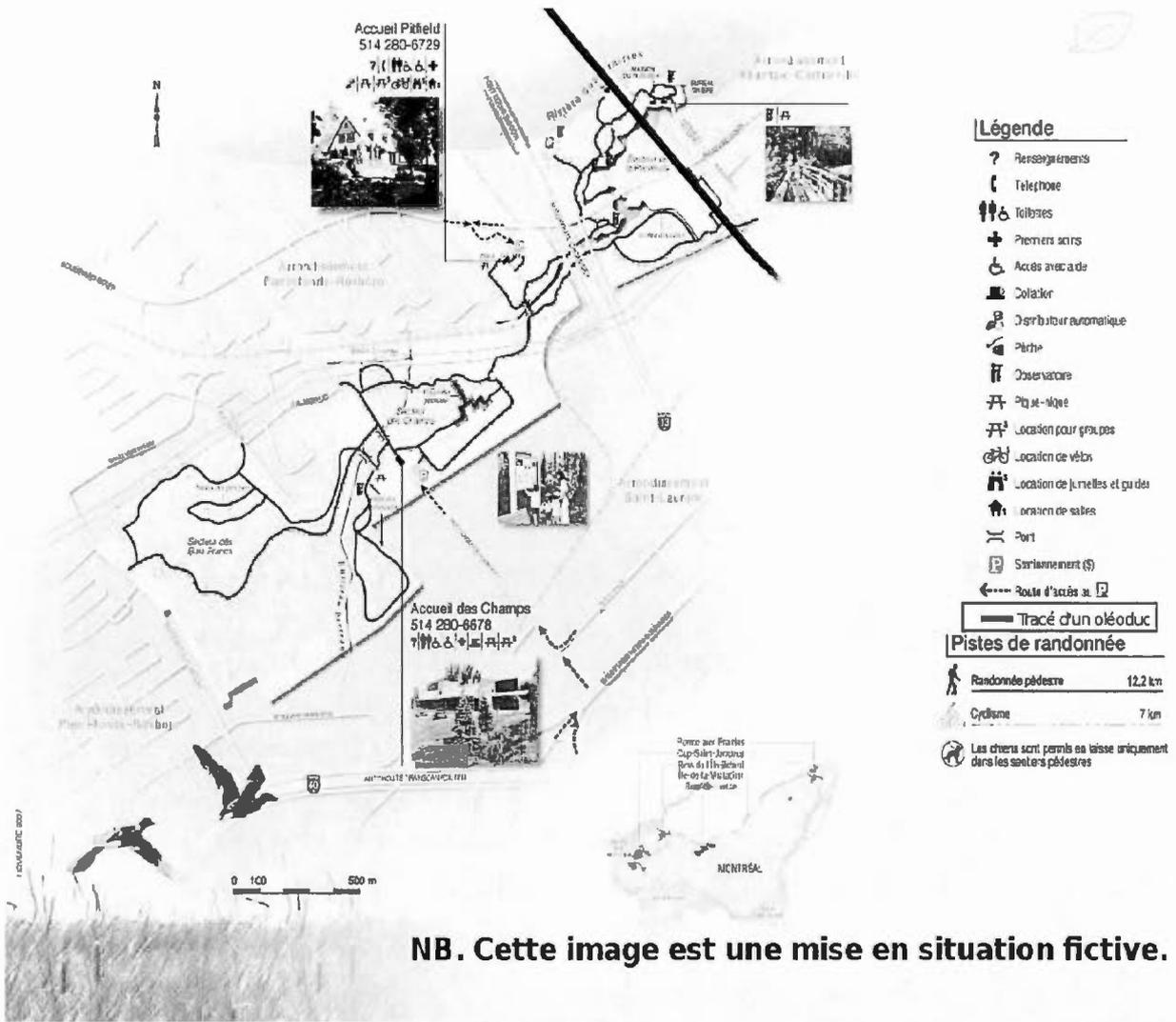


Figure 1-1-1. Tracé fictif d'un oléoduc devant traverser le parc-nature du Bois-de-Liesse.



Références

Vous trouverez dans cette section des liens concernant l'oléoduc Énergie Est.

Site de TransCanada :

<http://www.oleoducenergieest.com/>

Site de l'office national de l'énergie (ONÉ) :

<http://www.one-neb.gc.ca/pplctnflng/mjrpp/nrgyst/index-fra.html#s1>

Site de Greenpeace Canada :

<http://www.greenpeace.org/canada/fr/campagnes/Energies/sables-bitumineux/en-savoir-plus/Loleoduc-Energie-Est/>

Site du gouvernement du Québec :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/transcanada/index.htm>

Évaluations

Le programme de terrain incorporera une partie des activités d'évaluation du cours «101-NYA-05 : *Évolution et diversité du vivant*». Les sections surlignées en jaune seront celles qui seront arrimées au programme. Il est à noter que l'examen de synthèse théorique et de laboratoire incorporera une partie des notions abordées dans le programme.

Examen théorique #1	15%	
Examen théorique #2	15%	
Examen pré-classes	10%	
Examen théorique #3	15%	
Évaluation du programme	15%	
Rapport de programme	5%	
Table de concertation	5%	(Jour 5)
Savoir-être	5%	
Examen théorique de synthèse	15%	
Examen de laboratoire synthèse	15%	
Total	100%	

Critères d'évaluation

Critères d'évaluation du savoir-être (5%)

- Respect des êtres vivants, humains et non-humains
- Respect des consignes
- Écoute de la personne qui a le droit de parole

Critères d'évaluation pour la table de concertation (5%)

Lors de la table de concertation du jour 5 (voir section «table de concertation»), vous serez évalué en fonction des critères suivants:

- Richesse et pertinence des enjeux identifiés et des arguments (5 points)
- Cohérence des propos entre eux et avec la position défendue (5 points)
- Qualité des messages communiqués (élocution, débit) et respect du temps alloué (5 points)
- Capacité à répondre aux questions de l'auditoire et pertinences des réponses (5 points)

Vous serez donc évalué sur un total de 20 points. Signalons que vous serez évalué par équipe.

Structure et critère d'évaluation pour le rapport de programme (5%)

Mise en situation : Oléoduc et mémoire du BAPE

Dans le cadre des rencontres organisées par le Bureau d'audiences publiques en environnement (BAPE), vous souhaitez déposer un mémoire concernant le passage d'un oléoduc au sein du parc-nature du Bois-de-Liesse sur l'île de Montréal. Vous êtes un groupe de scientifiques de formation et vous vous questionnez concernant la biodiversité du lieu. Vous aimeriez échantillonner le milieu afin de mieux construire votre avis sur le projet.

Vous désirez présenter ce document sous la forme d'un article scientifique en insérant toutes les étapes de votre démarche (objectifs, méthodologie, résultats, discussion et conclusion). Toutefois, il s'avère très important pour vous que le document soit accessible à un public assez large n'ayant pas nécessairement de formation en biologie ou dans le domaine scientifique. La vulgarisation est donc au coeur de vos préoccupations.

Vous êtes aussi un groupe de citoyen.ne.s averti.e.s qui s'intéressent aux aspects politiques, économiques, juridiques, sociaux, etc. Vous souhaitez ainsi présenter votre

analyse de la situation de manière plus systémique en y intégrant des enjeux interdisciplinaires. Vous vous intéressez aussi, depuis peu, à la relation entre exploitation pétrolière et changements climatiques. Vous voudriez donc vulgariser ce sujet afin d'informer la population des enjeux actuels.

Vous aimeriez aussi conclure votre mémoire en vous positionnant sur le projet. Il vous importe de terminer sur une note positive en donnant des recommandations constructives pour la suite du projet ou en offrant des idées de projets alternatifs.

Structure du rapport de programme

1. Introduction (½ page)

- Présenter la situation du passage de l'oléoduc Énergie Est.
- Quel est le contexte global dans lequel s'insère ce projet? (Exploitation pétrolière)
- Quels sont vos objectifs dans le cadre de ce mémoire?

2. Méthodologie (1 page)

- Présenter les différentes techniques d'échantillonnage utilisées (Analyse physico-chimique, filet, senne, etc.).
- Présenter le protocole pour la capture (lieux, nombre de captures, moments de la journée, etc.) et l'identification des organismes (Comment les organismes ont-ils été identifiés? À l'aide d'un microscope? D'une clé d'identification? Ils ont été identifiés à la famille? À l'espèce?).

****Vous devez présenter seulement les protocoles des données que vous avez sélectionnées (voir plus bas).****

3. Résultats (2 pages)

- Présenter les résultats sous la forme de tableaux ou de figures.

***Ces schématisations doivent permettre d'analyser facilement vos résultats.**

****Vous devez faire une sélection des données que vous trouvez pertinentes à présenter et qui permettent de répondre aux objectifs du travail (voir mise en situation). Toutes vos données ne sont pas nécessairement intéressantes.**

*****Vous pouvez séparer les données par catégories (au niveau du type d'écosystèmes, de la classification des organismes, du statut de précarité, de la fonction au sein de l'écosystème, etc.).**

****** Les figures doivent être accompagnées d'un titre, d'une légende (si nécessaire) et d'un paragraphe de description des résultats.**

4. Discussion (2 ½ pages)

- Discuter des résultats.
 - Pistes pour la discussion: la biodiversité semble-t-elle importante? Y a-t-il une différence entre les écosystèmes? Y a-t-il des espèces avec un statut préoccupant? Y a-t-il des espèces invasives? Que démontrent les analyses physico-chimiques des deux écosystèmes aquatiques? Ces écosystèmes ont-ils un statut préoccupant au niveau du phosphate, de l'azote? (**½ page**)
 - Relier les résultats avec la situation du passage de l'oléoduc
 - Pistes pour la discussion: En cas de déversement, quels seraient les organismes les plus affectés? Comment seraient-ils affectés? Quels seraient les impacts sur la communauté (chaîne alimentaire, interactions, etc.)? Quels seraient les impacts sur l'écosystème ou les écosystèmes (cycle des nutriments, cycle de l'eau, etc.)? (**½ page**)
 - Discuter des enjeux de la construction de l'oléoduc Énergie Est au niveau plus global et interdisciplinaire
 - Pistes pour la discussion : Quelles seront les répercussions sociales de ce projet? Quels sont les intérêts du gouvernement à accepter ce projet? Quels sont les intérêts des entreprises? Quelles sont les implications juridiques à prendre en compte? Quels sont les avantages économiques du projet? Les risques de déversements sont-ils bel et bien présents? (**½ page**)
 - Discuter des répercussions du projet de l'oléoduc Énergie Est sur les changements climatiques **½ page**
 - Quelle est la position de l'équipe vis-à-vis le projet d'oléoduc Énergie Est? (Le projet doit-être poursuivi? Modifié? Refusé?) **½ page**
- *** Il n'est pas obligatoire de répondre à toutes les pistes de discussion énoncées ci-haut. Il s'agit de suggestions que vous pouvez choisir, modifier ou enrichir par vos propres réflexions.*****

5. Conclusion (½ page)

- Discuter des limites de votre recherche (votre échantillonnage fait-il un portrait complet des écosystèmes se trouvant dans le parc? Si vous aviez à refaire cette recherche, procéderiez-vous de manière différente? Qu'est-ce que vous rajouteriez ou modifieriez?)
- Quelles seraient vos pistes de réflexion concernant des alternatives possibles à la construction de l'oléoduc s'il s'avère que votre position est défavorable? Dans le cas d'une position favorable, quelles seraient vos recommandations pour la poursuite du projet?

6. Bibliographie

- Indiquer les sources que vous avez utilisées dans le texte en suivant les normes APA.

*Les informations citées dans ce travail devront provenir de sources appropriées et fiables.

**Vous pouvez utiliser les ressources de périodiques et de journaux scientifiques en ligne que vous offre la bibliothèque du collège.

Forme du texte

- Environ 6½ pages (sans les références)
- Interligne : 1.5
- Marges : 2 cm
- Police : Times new roman ou un équivalent
- Taille de l'écriture : 12 points

Critères d'évaluation (5%)

- Respect des directives **(5 points)**
- Argumentation (L'équipe a-t-elle justifié ses positions et ses choix?) **(5 points)**
- Compréhension des concepts (les concepts utilisés dans le travail sont-ils présentés de manière appropriée? Présence et exactitude des explications scientifiques du ou des phénomènes concernés.) **(5 points)**
- Cohérence entre les différentes sections du travail **(3.5 points)**
- Validité et diversité des sources consultées. **(2 points)**
- Respect des normes APA **(2 points)**
- Forme (orthographe, syntaxe et présentation) **(2.5 points)**

Total : 25 points

Devoirs obligatoires

Les trois devoirs obligatoires de la semaine seront les suivants:

- Se préparer pour chacune des journées en lisant préalablement la section du cahier de terrain prévu pour cette journée.
- Lire le texte «Jours de marée noire» pour le jour 4.
- Se préparer pour la table de concertation du jour 5.

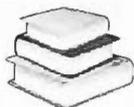
Bloc 2 : Cours de laboratoire

Cette activité vous permettra :

- De comprendre que des colonies d'apparences différentes sur une gélose sont de souches différentes.
- D'apprendre à ensemencer une gélose.
- D'apprendre à différencier les formes de bactéries suivantes : coques, bacilles et spirilles.
- De pouvoir reconnaître des Cyanobactéries (*Anabaena*, *Oscillatoria* et *Gleocapsa*) et d'identifier leurs structures.
- D'apprendre à identifier des protistes hétérotrophes unicellulaires (*Paramecium*, paramécie, *Vorticella*, Stentor, etc.) et autotrophes unicellulaires (*Euglena*) et à caractériser leur anatomie.

Les bactéries

Les bactéries sont des organismes procaryotes unicellulaires. Le règne des bactéries représente le groupe le plus diversifié et répandu sur la planète. Les bactéries se retrouvent dans tous les milieux naturels et y jouent des rôles clés autant dans les cycles des nutriments que dans les cycles alimentaires.



Campbell, N. et coll. (2012). *Biologie (4e édition)*. Montréal: ERPI, 1457p. Chapitre 27 «Bactérie et Archées»



Exercice 1

Manipulations 1

Si vous pouvez observer des colonies bactériennes sur une gélose, cela signifie que les bactéries, qui y ont été déposées, se sont proliférées. La prolifération des bactéries implique que certaines conditions nécessaires pour leur survie soient présentes (Nourriture, température, compétition minime, etc.). Les colonies apparaissent à la surface de la gélose sous la forme de taches.

Les colonies peuvent être des taches lisses ou chevelues, rondes ou étalées, etc. Vous devrez décrire les différentes géloses qui vous seront présentées afin d'en caractériser les différentes colonies. Pour ce faire, vous devrez :

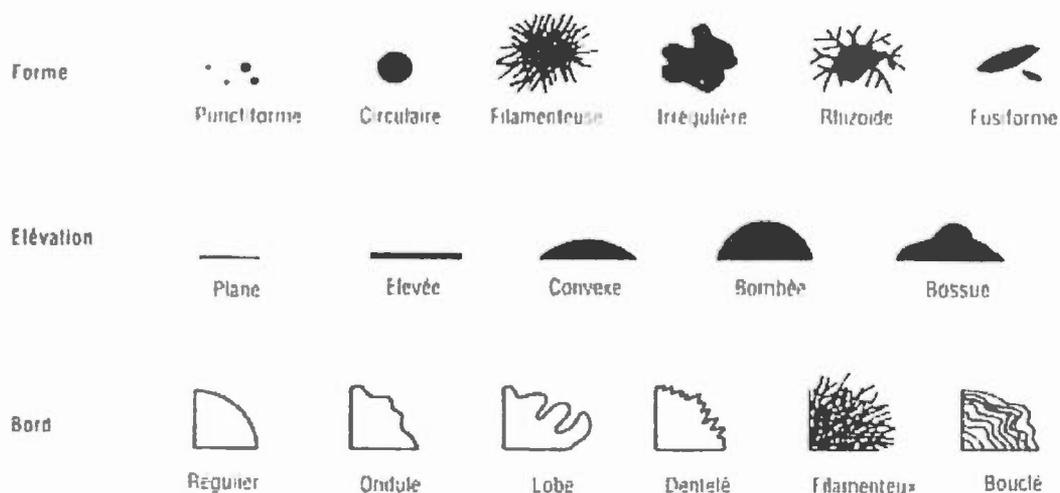
1. Observez la forme et la texture des tâches en vous référant à figure 1.
2. Notez dans le tableau suivant le nombre approximatif de colonies différentes et leurs aspects : couleur, forme et texture, ainsi que les caractéristiques qui vous ont permis de les différencier.

Vous pouvez utiliser ces symboles pour indiquer le nombre :(-) : absence de colonie; (+) : moins de 5, (++) moins de 15, (+++) : plus de 16 colonies.

Tableau 1-2-1. Les données des prélèvements

Sections	Endroits	Bactéries	Moississures
1			
2			
3			
4			

Figure 1-1-1. Aspects des colonies bactériennes



3. Répondre aux questions suivantes :

- Pourquoi les colonies sont-elles de couleurs différentes, de textures différentes, de formes différentes et de grosseurs différentes ?

- Pourquoi n'y a-t-il pas de colonies sur une section de la gélose ou sur toute la surface de la gélose, si cela a lieu ?

Manipulations 2

Vous pouvez maintenant ensemer vos propres géloses afin d'analyser la présence de bactéries dans certains milieux. Vousensemencerez un milieu de culture contenu dans un vase de pétri. Ce dernier aura été préalablement stérilisé afin qu'il n'y ait aucune bactérie. Le milieu de culture est une gélose nutritive contenant une substance organique dans une gélatine.

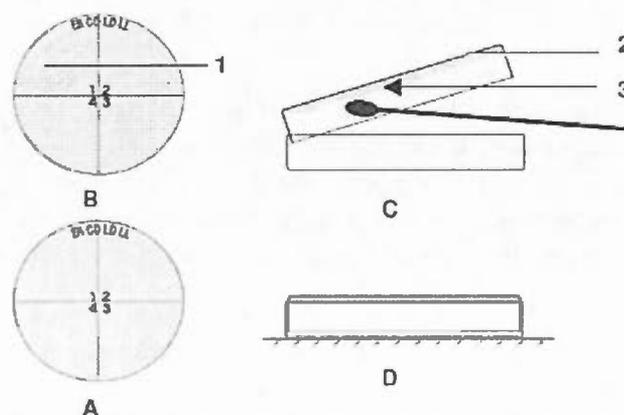


Figure 1-2-2 : L'identification du vase de pétri

Les chiffres sur le vase de pétri correspondent à des sections à ensemer.

- A : Vase de Pétri stérile ; B : Vase de Pétri ensemeré ; C : Pétri ouvert lors d'un ensemerement ;
 D : Pétri tel que déposé sur la table. 1 : Section ensemerée ; 2 : Gélose ; 3 : Lieu d'ensemerement.

1. Prenez un vase de pétri et évitez de l'ouvrir inutilement afin de garder ce milieu stérile. Vous devrez manipuler le vase de Pétri de telle façon que la gélose soit vers le haut. En d'autres mots, vous devrez travailler le vase de Pétri à l'envers (Fig.1-1-2B).
2. À l'aide du crayon fourni, tracez, sous le vase de Pétri contenant la gélose, deux lignes faisant le diamètre du pétri de telle façon que vous ayez quatre sections (Fig. 1-1-2A).
3. Identifiez les sections de #1 à #4 et placez sur le rebord les initiales des membres de l'équipe.
4. Rendez-vous à un endroit à l'extérieur où vous voulez vérifier la présence de bactéries et, à l'aide d'un coton-tige stérile, frottez la surface choisie afin d'y prélever des bactéries.
5. Avec grand soin, ouvrez le vase de Pétri (la gélose en haut) et roulez délicatement le coton-tige en décrivant un « S » sur la surface de gélose (section #1). Refermez immédiatement le couvercle pour éviter toute contamination.
6. Notez dans le tableau 1-1-1 l'endroit du prélèvement déposé dans la section #1.
7. Refaites l'expérience une seconde fois en choisissant un autre endroit de prélèvement.

Exercice 2



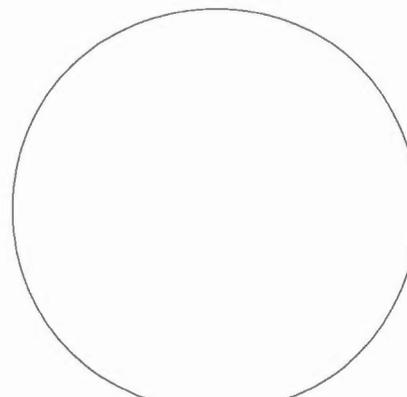
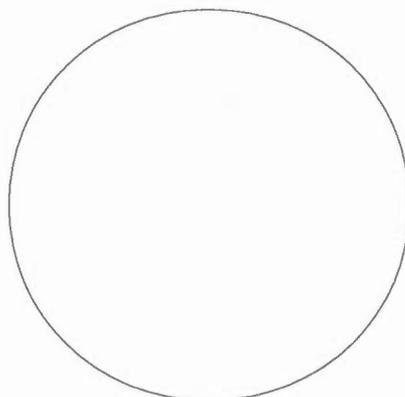
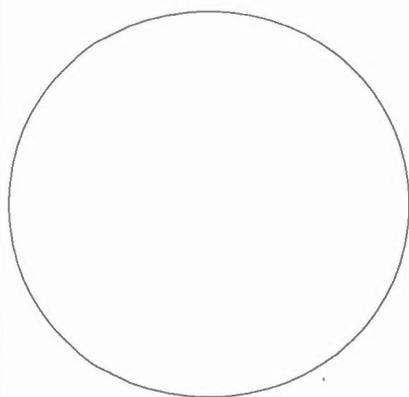
Manipulations

Chez certaines Bactéries, nous pouvons observer trois formes qui permettent le regroupement suivant : **Coques**, **Bacilles** et **Spirilles**. Les Coques sont de petites sphères parfois associées par paires (Diplocoques), en chaînettes (Streptocoques) ou en grappes (Staphylocoques). Les Bacilles sont en forme de bâtonnet et peuvent se regrouper deux par deux (Diplobacilles) ou en chaînes (Streptobacilles). Les Spirilles sont de formes hélicoïdales et sont habituellement non associés.

Nous vous fournissons une préparation permanente sur laquelle vous devrez observer les trois formes de bactéries.

1. Observez d'abord à l'œil nu cette préparation permanente sur fond blanc. Remarquez qu'il y a des plages sous la lamelle. Chaque plage correspond à des organismes qui ont été colorés et déposés sur la lame.
2. Pour chaque observation, identifiez à quelle forme correspondent les bactéries.
3. Prenez conscience de la petitesse de ces organismes par rapport au diamètre du champ.

4. Dessinez chacune des formes bactériennes observées.



Forme :

Grossissement:

Exercice 3



Les Cyanobactéries sont des bactéries photosynthétiques comportant plusieurs genres. Elles sont très importantes, car elles furent probablement responsables de la formation d'oxygène à la surface terrestre et donc, de l'apparition d'organismes capables de respiration cellulaire.

Les Cyanobactéries comprennent des espèces unicellulaires et d'autres coloniales massives ou filamenteuses. Nous observerons successivement *Anabaena*, *Oscillatoria* et *Gloeocapsa*.

Le genre **Anabaena** (Fig. 1-1-3A), dont la teinte varie du brun au vert bleuâtre, se présente au microscope comme une gaine gélatineuse entourant de nombreux chapelets entrecroisés qui sont des filaments. Chaque filament possède des cellules arrondies, à contenu bleu-vert, avec çà et là des cellules plus grosses, à parois épaissies (hétérocystes).

Oscillatoria (Fig. 1-1-3B), est un genre terrestre, parfois aquatique, dont les individus forment des plaques d'un bleu-vert très sombre et composées d'une multitude de cellules. L'observation microscopique fait voir des filaments cylindriques très longs et cloisonnés, sans hétérocyste.

Le genre **Gloeocapsa** (Fig. 1-1-3C), apparaît au microscope en paquets formés de cellules enveloppées dans une gaine gélatineuse. De plus, chaque cellule est pourvue d'une gaine propre et bien distincte.

Manipulations

1. Observez au microscope les préparations permanentes de chacune des Cyanobactéries placées à votre disposition et identifiez les parties indiquées, ainsi que le nom des organismes sur la figure ci-bas.
2. Identifier sur la figure les organismes suivants :
 - Oscillatoria, Gloeocapsa et Anabaena
3. Identifier sur la figure les parties suivantes:
 - Cellule, hétérocyste, gaine gélatineuse

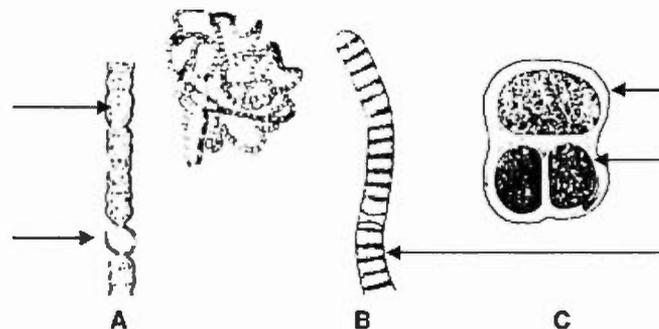
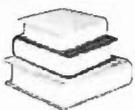


Figure 1-3-3. Une diversité de Cyanobactéries

Les protistes

Au cours de ce laboratoire, nous avons réparti les Protistes en 2 groupes : les hétérotrophes et les autotrophes. Ce règne fourre-tout comporte des organismes microscopiques unicellulaires et des êtres vivants macroscopiques et pluricellulaires. Les étapes à franchir vous feront découvrir un mode d'organisation cellulaire plus complexe que celui que vous avez observé chez les Bactéries.

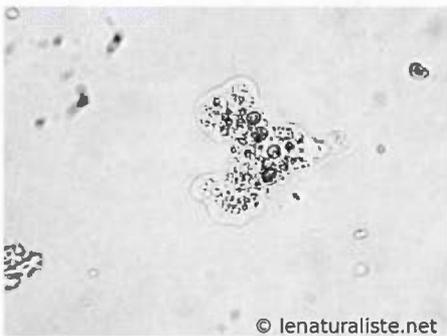


Campbell, N. et coll. (2012). *Biologie (4e édition)*. Montréal: ERPI, 1457p. Chapitre 28 «Les protistes»

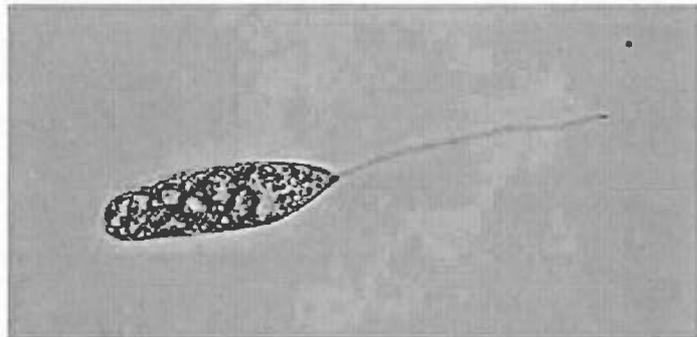


Les Protistes hétérotrophes

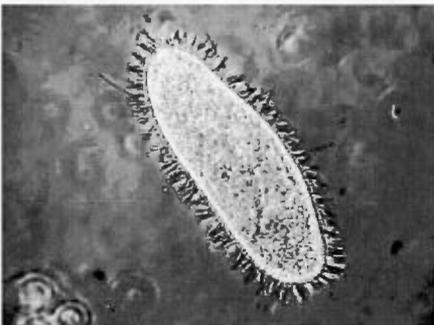
Les Protistes hétérotrophes sont généralement mobiles, se déplaçant à l'aide de pseudopodes, de flagelles ou de cils. Certains Protistes flagellés et ciliés d'eau douce possèdent des vacuoles contractiles (ou pulsatiles). Elles se présentent sous l'aspect d'une cavité pleine de liquide, délimitée par une simple membrane et entourée de tubules disposés en rayon. Par contraction, une cavité pleine expulse son contenu dans le milieu ambiant. Le rythme des contractions varie selon la température, la concentration du milieu ambiant et l'état physiologique de l'organisme. Les vacuoles contractiles participent à la régulation de la pression osmotique de la cellule. En solution hypertonique, les vacuoles contractiles battent à un rythme très faible ou nul, car l'eau a tendance à sortir de la cellule ; par contre, en milieu hypotonique, le rythme s'accélère, car l'eau a tendance à entrer dans la cellule.



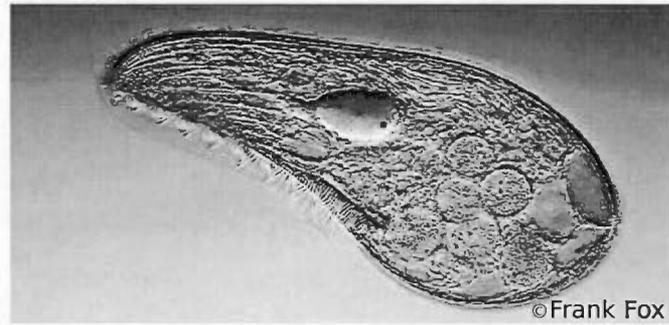
Amibe



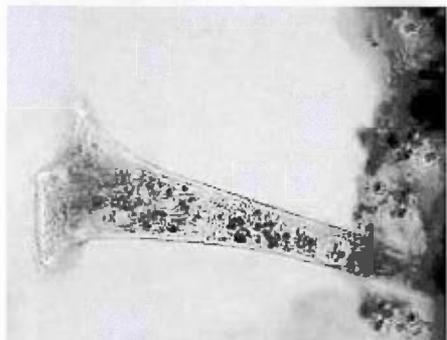
Paramecium



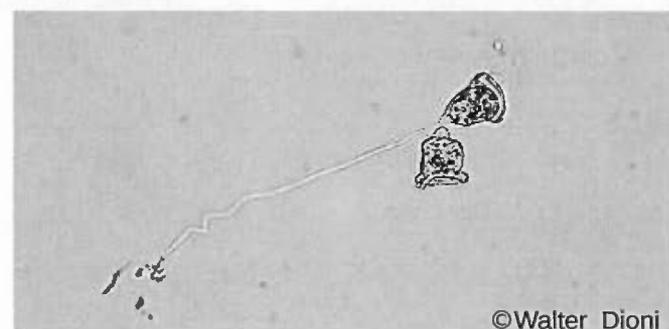
Paramécie



Blepharisma



Vorticelle



Stentor

Exercice 4

Manipulations 1 : Identification de l'Amibe

1. Note la souplesse du corps qui se déforme.

Peux-tu voir des saillies cytoplasmiques ? Ce sont les pseudopodes flexibles et rétractables.

Les amibes se déplacent sur un substrat en rampant à l'aide de leurs pseudopodes. Observe le cytoplasme dense et hyalin en périphérie de la cellule : c'est le plasmagel.

2. Compare-le avec le cytoplasme central, fluide et contenant de nombreux organites : c'est un plasmasol. Ce double état du cytoplasme assure la formation des pseudopodes.
3. Dessine une amibe et identifie la membrane plasmique, un pseudopode, le cytoplasme. Note le grossissement.

Identifiez:

- La membrane plasmique
- Le pseudopode
- Le cytoplasme

Notes :

_____X

Manipulations 2 : Identification de Peranema

1. Ce Protozoaire se déplace à l'aide d'un flagelle unique.
2. Compare sa vitesse de déplacement avec celui de l'amibe.
3. Est-ce que d'autres protozoaires te semblent plus rapides que lui ?
4. Dessine la cellule et identifie le flagelle, la membrane plasmique et le cytoplasme. Note le grossissement.

Identifiez:

- La membrane plasmique
- Le flagelle
- Le cytoplasme

_____X

Manipulations 4 : Identification Paramécie

Observation de Paramécie et d'une diversité de Protozoaires ciliés.

1. L'organisme change-t-il de forme ?
2. Est-ce que tu vois les cils qui assurent le déplacement de la paramécie? Sur quelle partie de la cellule sont-ils placés ? En faisant varier les contrastes et la mise au point, tu pourras peut-être observer le battement ciliaire.
3. Est-ce que tu peux voir, sur le côté de la cellule, un sillon oral bordé de cils ? Ce sillon dirige la nourriture vers le cytopharynx au fond duquel se forment les vacuoles digestives.
4. Cherche les vacuoles contractiles (ou pulsatiles) ; si tu en trouves, détermine la fréquence des contractions.
5. Dessine la Paramécie. Identifie la membrane plasmique, le cytoplasme, les cils, les organites visibles (vacuoles digestives et les vacuoles contractiles, noyau et autres). Note le grossissement.
6. Observe les autres Ciliés.



Identifiez:

- La membrane plasmique
- Les cils
- Les organes visibles (vacuoles digestives, vacuoles contractiles, noyau et autres)

Notes:

_____X



Les Protistes autotrophes

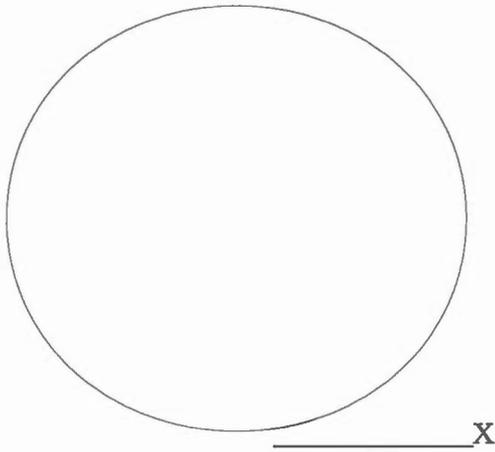
La photosynthèse est assurée par des pigments photosynthétiques, dont la chlorophylle a, que l'on retrouve chez toutes les Algues. Cependant, des pigments accessoires tels les caroténoïdes (jaune orangé), les xanthophylles (bruns) et les phycobilines (rouges et bleus) masquent parfois la chlorophylle. L'étude de la diversité que nous faisons porte surtout sur la forme des Algues et leur couleur. Selon la forme, nous observons que certaines Algues sont pluricellulaires à thalle développé, d'autres sont unicellulaires fixes ; enfin, quelques-unes sont unicellulaires et mobiles. La connaissance des pigments assure une classification des Algues. Mais d'autres critères sont aussi utilisés par les taxinomistes : la composition chimique de la paroi cellulaire et le type de réserves nutritives.



Exercice 5

Manipulations

1. Observez l'Euglène et remarquez qu'elle possède à la fois des caractéristiques animales et végétales. Animée de mouvements grâce à des flagelles et capable de se déformer, elle fait par contre de la photosynthèse grâce à ses chloroplastes. La cellule n'a pas de paroi cellulaire ; la membrane plasmique n'est entourée que d'une cuticule très souple et élastique.
2. Dessinez une Euglène et identifiez la membrane plasmique souple, le noyau, le chloroplaste, le stigma et le flagelle. Notez le grossissement.



Notes :

Bloc 3 : Caractérisation des cours d'eau

Cette activité vous permettra :

- D'apprendre différentes techniques d'analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau.
- De vous initier à l'échantillonnage de terrain.
- D'apprendre à différencier certains écosystèmes aquatiques au niveau de leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.



Marais

Les marais sont des milieux humides possédant une couverture permanente ou périodique d'eau stagnante ou à débit très lent et riche en nutriments. On y retrouve une production et une décomposition très élevées en matière organique. Ces écosystèmes jouent un rôle très important dans la filtration de l'eau puisqu'ils arrivent à séquestrer une grande quantité de nutriments et de polluants chimiques. Ces écosystèmes sont des zones de transitions entre les milieux terrestres et aquatiques. Les marais sont des milieux abritant une grande biodiversité puisqu'ils représentent des lieux d'alimentation et de reproduction pour plusieurs organismes vivants. Les milieux humides représentent l'un des biomes les plus productifs de la planète.

Une des principales préoccupations vis-à-vis ces milieux humides est la destruction par l'être humain. Une grande proportion de ces écosystèmes ont été perturbés ou détruits par des mesures d'assèchement ou de remblayage.

Rivière

Les **cours d'eau** (rivières et fleuves) sont des masses d'eaux douces qui s'écoulent en permanence ou de façon saisonnière dans un chenal naturel et se jettent dans une autre masse d'eau comme un lac ou la mer. Les cours d'eau contiennent généralement plus d'oxygène que les lacs ou les étangs et abritent des organismes adaptés à l'eau vive.



Campbell, N. et coll. (2006). *Biologie (3e édition)*. Montréal: ERPI, 1334p. Chapitre 28 «L'écologie et la biosphère : introduction»

Portrait de la qualité des plans d'eau à Montréal

http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ENVIRO_FR/MEDIA/DOCUMENTS/R_SMA_BILAN2015_FR_VF.PDF



Les cours d'eau sont principalement menacés par la pollution urbaine, industrielle et agricole qui contribue à l'insertion de polluants et de nutriments dans le milieu aquatique. Au Québec, la rivière ayant l'un des statuts les plus inquiétants est la Yamaska se situant sur la rive sud de Montréal. Cette rivière est principalement perturbée par l'intrant de déchets agricoles et de pesticides puisqu'une grande partie des rives est habitée par des champs agricoles.

Gouvernement du Québec : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/>

Échantillonnage

Nous effectuerons dans cette activité une première expérience d'échantillonnage de terrain afin de caractériser deux cours d'eau qui se trouvent dans le parc-nature du Bois-de-Liesse, à savoir le ruisseau Bertrand et la rivière des Prairies. Ces deux milieux représentent aussi deux écosystèmes différents, soient respectivement un marais et une rivière. Nous ferons une analyse physico-chimique de leurs eaux en plus de récolter des échantillons. Nous pourrons utiliser ces échantillons afin d'identifier les différentes espèces de protistes que vous aurez appris à reconnaître dans le cours de laboratoire.

Analyses physico-chimiques

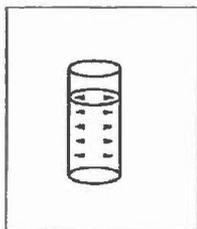
L'analyse de paramètres physiques et chimiques est essentielle pour caractériser un écosystème aquatique. Les organismes habitant ou fréquentant ces écosystèmes aquatiques sont dépendants de ces paramètres autant au niveau de la température que de la concentration en coliformes. Nous effectuerons dans le cadre de cette activité huit tests afin de caractériser la rivière des Prairies et le ruisseau Bertrand (section marais).

Nous utiliserons le protocole développé par le Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau.

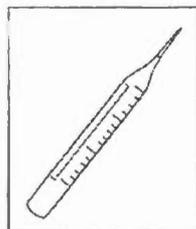
Récolte des protistes

Nous récolterons les échantillons de protistes dans trois sites différents qui seront indiqués sur le plan qui vous sera remis au début de l'activité. Pour prendre les échantillons d'eau, nous utiliserons le même protocole que celui présenté pour les analyses physico-chimiques. Ce protocole se trouve en page 3 du document créé par le Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau.

Présentation du matériel



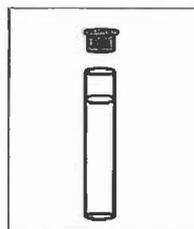
Flacon
d'échantillonnage



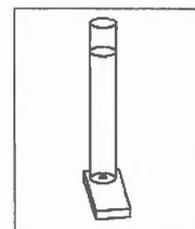
Ampoule avec marques
de référence



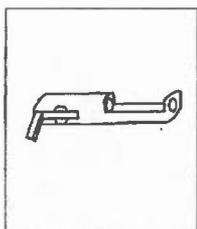
Valve-tube



Tube et bouchon
de type pH



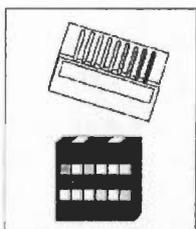
Tube de type turbidité



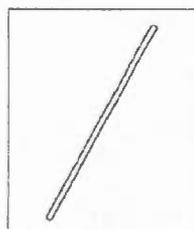
Appareil de titrage et
barre de contrôle



Indicateur ou réactif



Comparateurs de type
oxygène et de type pH

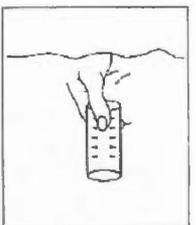


Agitateur

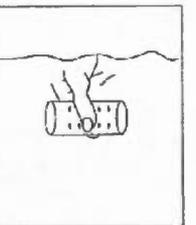
Comment prendre un échantillon d'eau ?



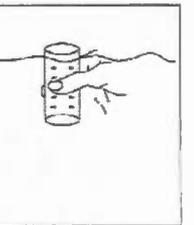
1. Attendre le site
d'échantillonnage en
remontant le courant
(de l'aval vers
l'amont).



2. Tenir le flacon
d'échantillonnage
à sa base et le
plonger au moins
à 10 cm sous la
surface de l'eau (ou
à mi-chemin entre la
surface et le fond de
l'eau).



3. Retourner le flacon
sous l'eau, ouverture
vers le courant. Le
pousser vers l'amont
en l'éloignant de
vous.



4. Tourner le flacon
verticalement et le
remonter.



5. Vider le flacon en
aval. Répéter deux
fois les étapes 2 à
4. Ensuite, remplir
le flacon selon la
quantité d'eau
demandée.

Turbidité

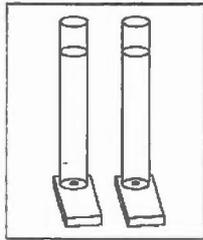
Définition

La turbidité évalue la transparence de l'eau. Elle mesure la façon dont les particules présentes dans l'eau laissent passer la lumière et lui donnent une apparence plus ou moins trouble.

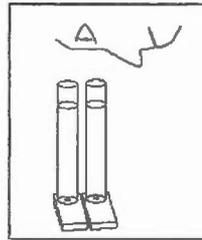
Unité

Unité de turbidité de Jackson, UTJ. Les UTJ sont considérées comme comparables aux Unités de turbidité Néphélométriques, UTN.

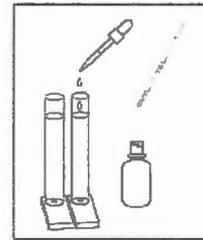
Étapes à suivre



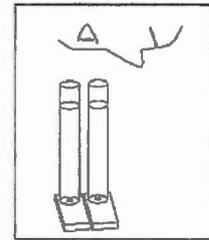
1. Remplir un tube avec de l'eau de la rivière jusqu'à la marque 50 ml (si l'eau est trop trouble et que le point noir au fond du tube n'est plus visible lorsqu'on regarde par le haut, remplir jusqu'à la marque de 25 ml).



2. Remplir l'autre tube avec de l'eau distillée, au même volume que le 1^{er} tube. Placer les deux tubes côte à côte. Comparer la clarté du point noir qui se trouve au fond de chaque tube.



3. Si le point du tube d'eau distillée est plus clair que l'autre, ajouter avec le compte-gouttes 0,5 ml de réactif dans l'eau distillée. Agiter doucement le réactif avant de l'utiliser. Remuer l'eau avec l'agitateur.



4. Comparer de nouveau la visibilité des points. Répéter l'étape 3 jusqu'à ce que la visibilité des tubes soit similaire. Compter le nombre de fois que vous avez ajouté 0,5 ml de réactif.

Tableau 1 – Turbidité en fonction de la quantité de réactif ajouté

Nombre de compte-gouttes (0,5 ml) de réactif ajouté	Quantité totale de réactif (ml)	Turbidité (UTJ)	
		Échantillon de 50 ml	Échantillon de 25 ml
1	0,5	5 JTJ	10 TJU
2	1,0	10 TJU	20 TJU
3	1,5	15 TJU	30 TJU
4	2,0	20 TJU	40 TJU
5	2,5	25 TJU	50 TJU
6	3,0	30 TJU	60 TJU
7	3,5	35 TJU	70 TJU
8	4,0	40 TJU	80 TJU
9	4,5	45 TJU	90 TJU
10	5,0	50 TJU	100 TJU
15	7,5	75 TJU	150 TJU
20	10,0	100 TJU	200 TJU

Interprétation des résultats

La turbidité naturelle des cours d'eau se situe entre 1 et 1000 UTN. Une variation de 5 à 10 UTN par rapport au niveau naturel d'un cours d'eau représente un changement significatif (sauf pour les grands fleuves à forte turbidité).

À environ 5 UTN, la turbidité devient détectable à l'œil. Pour l'eau potable, Santé Canada recommande que les systèmes de filtration visent moins de 0,1 UTN.

Pour les activités récréatives comme la baignade et la navigation de plaisance, Santé Canada propose une limite maximale de 50 UTN.

Température

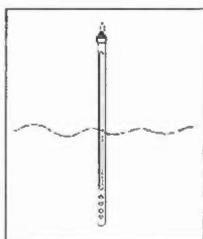
Définition

Mesure du degré de chaleur ou de froid.

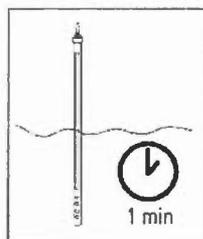
Unité

Degré Celsius (°C).

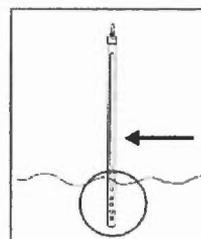
Étapes à suivre



1. Placer le thermomètre à 10 cm sous la surface de l'eau.



2. Attendre une minute pour que la température se stabilise.

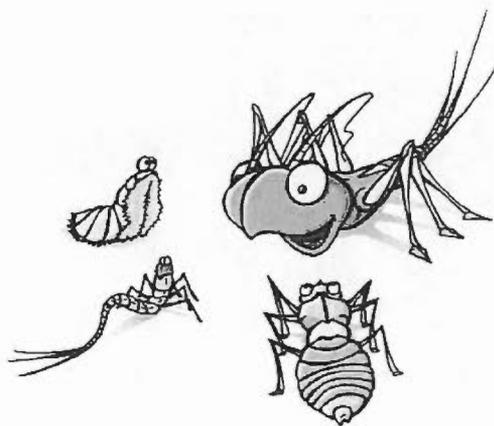


3. Lire la température alors que l'extrémité du thermomètre est encore dans l'eau.

Informations complémentaires sur la température

La température influence plusieurs processus biologiques et chimiques du cours d'eau ainsi que la quantité d'oxygène qui peut y être dissoute. Chaque organisme a une préférence pour une température donnée, à plus ou moins quelques degrés. Par exemple, certains poissons préféreront l'eau froide tandis que d'autres se sentiront mieux dans l'eau chaude.

La température optimale est celle à laquelle l'organisme fonctionne le mieux. Les températures extrêmes (à l'extérieur de la zone tolérée par l'organisme) peuvent entraîner la mort ou compromettre certaines activités essentielles telles la reproduction, la croissance, la survie des larves ou des jeunes, etc.



Oxygène dissous

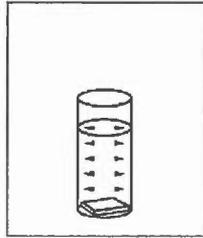
Définition

L'oxygène est l'un des gaz qui se trouve naturellement à l'état dissous dans l'eau.

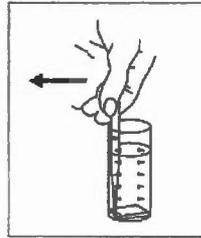
Unité

Milligrammes d'oxygène (O₂) par litre d'eau (mg/l) et pourcentage de saturation (%).

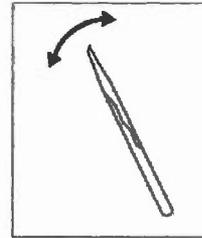
Étapes à suivre



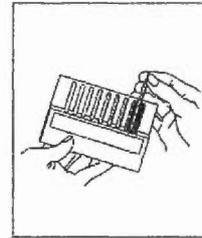
1. Remplir le flacon d'échantillonnage avec l'eau de la rivière.



2. Placer la pointe de l'ampoule test dans une dépression du fond du flacon. Briser la pointe de l'ampoule en effectuant un mouvement sec vers le côté du contenant.



3. Mélanger le contenu de l'ampoule en la renversant délicatement. Éviter de mettre les doigts sur le bout brisé de l'ampoule.



4. Attendre 2 minutes et déposer l'ampoule sur le comparateur. Jumeler la couleur de l'ampoule avec celle des ampoules témoins. Noter la valeur d'oxygène dissous correspondante.

mg/L

Tableau 2 - Concentration maximale d'oxygène dissous (O.D.)

Température	Oxygène dissous	Température °C	Oxygène dissous ml/l
0	14,60	23	8,56
1	14,19	24	8,40
2	13,81	25	8,24
3	13,44	26	8,09
4	13,09	27	7,95
5	12,75	28	7,81
6	12,43	29	7,67
7	12,12	30	7,54
8	11,83	31	7,41
9	11,55	32	7,28
10	11,27	33	7,16
11	11,01	34	7,05
12	10,76	35	6,93
13	10,52	36	6,82
14	10,29	37	6,71
15	10,07	38	6,61
16	9,85	39	6,51
17	9,65	40	6,41
18	9,45	41	6,31
19	9,26	42	6,22
20	9,07	43	6,13
21	8,90	44	6,04
22	8,72	45	5,95

Calcul du pourcentage de saturation

% de saturation = (valeur mesurée d'oxygène (mg/l) / valeur maximale d'O.D. pour la T° mesurée selon le Tableau 2) x 100

Interprétation des résultats

En mg/l

- 0 à 2 mg/l : taux d'oxygène insuffisant pour la survie de la plupart des organismes
- 2 à 4 mg/l : seules certaines espèces de poissons et d'insectes peuvent survivre
- 4 à 7 mg/l : acceptable pour les espèces de poissons d'eau chaude, faible pour les espèces de poissons d'eau froide
- 7 à 11 mg/l : idéal pour la plupart des poissons d'eau courante froide

En pourcentage de saturation

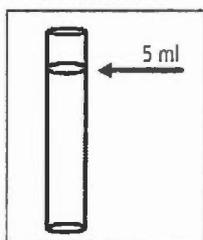
- Moins de 60 % : faible
- 60 à 79 % : acceptable pour la plupart des organismes d'eau courante
- 80 à 125 % : excellent pour la plupart des organismes d'eau courante
- 125 % ou plus : trop élevé; peut être dangereux pour les poissons

Définition

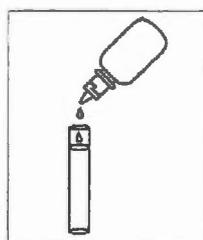
Le niveau de pH indique la quantité d'ions d'hydrogène d'une solution, ce qui permet de déterminer si elle est neutre ($\text{pH}=7$), acide ($\text{pH}<7$) ou basique ($\text{pH}>7$).

Unité

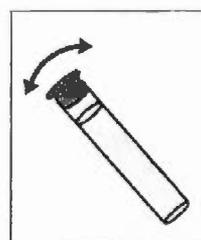
Échelle de 0 à 14.

Étapes à suivre

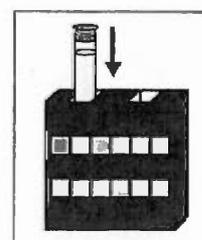
1. Remplir le tube jusqu'à la marque de 5 ml avec de l'eau de la rivière.



2. Ajouter 10 gouttes d'indicateur préalablement mélangé.



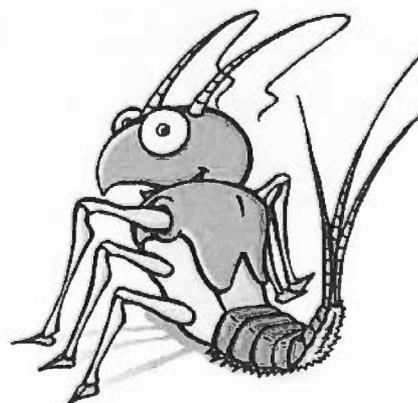
3. Mettre le bouchon sur le tube et mélanger en renversant délicatement.



4. Insérer le tube dans le comparateur et jumeler la couleur de l'eau testée avec les témoins du comparateur. Noter la valeur du pH.

Interprétation des résultats

Le pH des cours d'eau naturels varie entre 6,0 et 9,0. À l'intérieur de cette plage, le pH ne devrait pas varier de plus de 0,2 unité par rapport au pH naturel anticipé à une période déterminée.



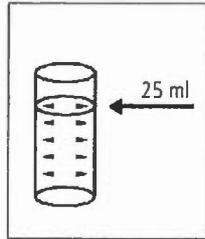
Dureté

Définition

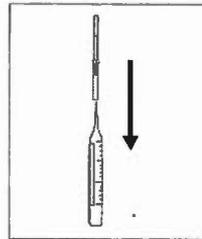
La dureté est la concentration en sels minéraux du cours d'eau, particulièrement en ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}).

Unité

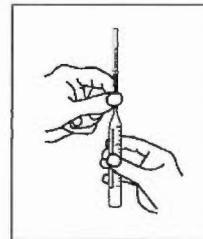
Milligrammes par litre de carbonate de calcium (mg/l).

Étapes à suivre

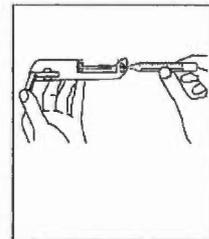
1. Remplir le flacon d'échantillonnage avec l'eau de la rivière jusqu'à la marque de 25 ml.



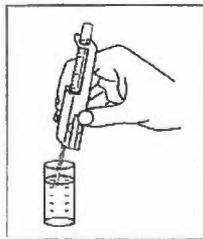
2. Placer la valve-tube sur la pointe de l'ampoule. L'insérer jusqu'à la deuxième marque de référence.



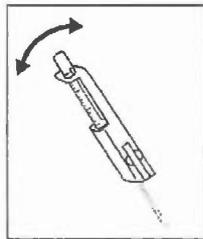
3. Briser la pointe de l'ampoule avec les doigts à la première marque de référence.



4. Mettre l'ensemble ampoule-valve dans l'appareil de titrage.



5. Placer la valve-tube dans l'eau du flacon. Presser délicatement la barre de contrôle pour faire entrer une petite quantité d'eau dans l'ampoule. Dès que l'eau entre, relâchez la pression.



6. Mélanger délicatement le contenu de l'ampoule en renversant. L'eau de l'ampoule deviendra bleue. Répéter l'étape 5 jusqu'à ce que l'eau de l'ampoule devienne rose.



7. Retirer l'ampoule de l'appareil. Renverser l'ampoule (valve-tube vers le haut) et noter le chiffre indiqué par le niveau d'eau. Cette lecture donne la valeur de la dureté en mg/l.

Interprétation des résultats

0-30 mg/l	eau très douce
31-60 mg/l	eau douce
61-120 mg/l	eau modérément dure
121-160 mg/l	eau dure
plus de 160 mg/l	eau très dure

Nitrate et Nitrite

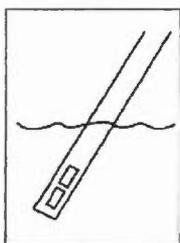
Définition

Le nitrate (NO_3^-) et le nitrite (NO_2^-) sont des ions potentiellement toxiques issus de la transformation de diverses sources d'azote (N), comme la matière organique, les engrais et les eaux usées, par des bactéries.

Unité

Milligramme par litre d'azote du nitrate ou du nitrite (mg/l de N-NO_3^- ou N-NO_2^-).
Mg/l = ppm, parties par million.

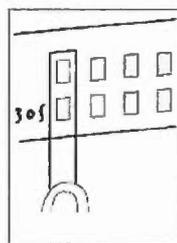
Étapes à suivre



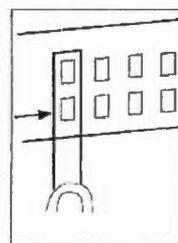
1. Tremper la bandelette dans l'eau pendant 1 seconde et la retirer **sans** secouer ni enlever l'excès d'eau.



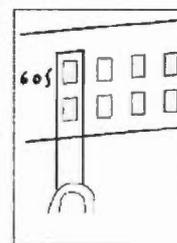
2. Maintenir la bandelette horizontalement, avec les deux tampons carrés vers le haut.



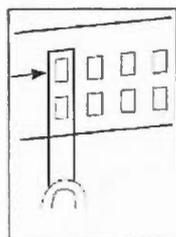
3. Après 30 secondes, comparer le tampon du bas (situé près de vos doigts) avec la charte de couleur pour le nitrite (sur la bouteille).



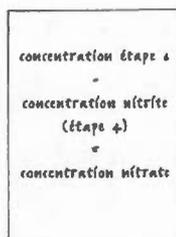
4. La couleur de la charte qui correspond à la couleur du tampon du bas indique la concentration de nitrite.



5. Après qu'un total de 60 secondes se soit écoulé, comparer le tampon du haut (situé au bout de la bandelette) avec la charte de couleur pour le nitrate (sur la bouteille).



6. La couleur de la charte qui correspond à la couleur du tampon du haut indique la concentration de nitrate et nitrite.



7. Calculer la concentration de nitrate en soustrayant la concentration du nitrite de celle du nitrite et nitrate.

Interprétation des résultats

Plusieurs activités humaines contribuent à augmenter considérablement les concentrations naturelles de nitrate et de nitrite dans l'eau.

Pour protéger l'eau et les organismes aquatiques de toute contamination pouvant nuire à la consommation humaine, la concentration totale en nitrate et nitrite ne doit pas dépasser 10 mg/l de N-NO_3^- et N-NO_2^- .

Pour protéger la vie aquatique, la concentration recommandée de nitrite n'est que de 0,02 mg/l de N-NO_2^- ; si les organismes sont exposés tous les jours, pendant toute leur vie (elle est de 0,06 mg/l N-NO_2^- si l'exposition est de courte durée).

Pour le nitrate, la concentration recommandée est de 2,9 mg/l N-NO_3^- . Toutefois, cette valeur ne tient compte que de la toxicité de l'ion alors que sa présence dans l'eau entraîne une détérioration du milieu (nommée eutrophisation) qui affecte aussi la vie aquatique.

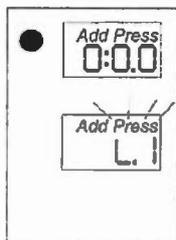
Phosphate-

Définition

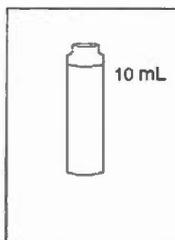
Le phosphate (PO_4^{3-}) fournit aux algues et plantes aquatiques un élément essentiel à leur croissance, le phosphore (P), qui agit comme un fertilisant. En trop grande quantité, il entraîne une détérioration du milieu (nommée eutrophisation).

Unité

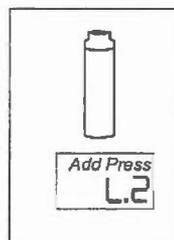
Partie par millions (ppm) qui équivaut à Milligramme par litre (mg/l).

Étapes à suivre

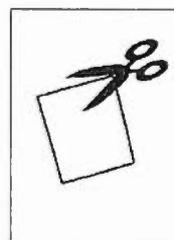
1. Peser sur le bouton de l'appareil. Lorsque « C.1 Add Press » apparaît, le mot « Press » clignote, l'appareil est prêt.



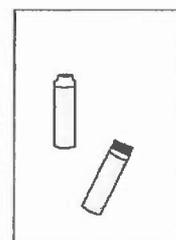
2. Remplir le tube avec 10 ml d'eau à analyser et visser le capuchon. S'assurer que l'eau ne contient pas de débris grossiers et que l'extérieur du tube soit propre et sec.



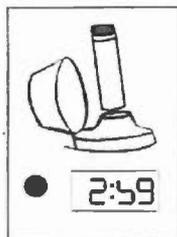
3. Placer le tube dans l'appareil et fermer le couvercle. Peser sur le bouton. Lorsque « C.2 Add Press » apparaît, retirer le tube et enlever son capuchon.



4. Avec des ciseaux, ouvrir la pochette de réactif - **Attention**, ne pas respirer les poussières et éviter le contact avec la peau et les yeux.



5. Verser tout le réactif dans l'eau du tube. Visser le capuchon. Mélanger en renversant doucement le tube jusqu'à ce que le réactif soit entièrement dissous.



6. Placer le tube dans l'appareil et fermer le couvercle. Peser sur le bouton en le maintenant au fond jusqu'à ce que la minuterie apparaisse.



7. L'appareil donne la concentration en phosphate en ppm (équivalent à mg/l). Il s'éteint automatiquement après 2 minutes.

Interprétation des résultats

Pour juger de la vulnérabilité d'un cours d'eau à une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques, la totalité du phosphore (dissous ou particulaire) doit être prise en considération. Le phosphate ne constitue qu'une partie du phosphore total. Il représente toutefois une source de phosphore immédiatement disponible pour les algues et plantes

Pour protéger les activités récréatives et la vie aquatique d'un cours d'eau, la limite établie pour le phosphore total est de 0,03 mg/l. Cette limite descend à 0,02 mg/l pour maintenir la bonne qualité d'un lac dans lequel le cours d'eau se jette.

Bloc 4 : Analyse des échantillons

Cette activité vous permettra:

- D'apprendre à utiliser un microscope optique
- D'effectuer des montages de lames en milieu humide
- D'apprendre à identifier des protistes



Guide pour l'utilisation d'un microscope

Puisque le microscope est un instrument coûteux, il importe d'en prendre grand soin. Voici quelques recommandations à lire avant d'aller le chercher.

1. Enlevez de votre place tout ce dont tu n'as pas absolument besoin avant d'aller chercher un microscope.
2. Le microscope est un instrument lourd qui doit toujours être transporté à deux mains, l'une sous la base, l'autre autour de la potence.
3. En déposant le microscope sur la table, éloignez-le du bord de celle-ci.
4. En tout temps, faites attention à ce que le fil ne soit pas gênant.
5. Vous êtes responsable du bon état de ton microscope. Examinez-le soigneusement dès le début et à la fin de chaque séance ; si vous le trouvez défectueux, avisez immédiatement la professeure.
6. N'essuyez jamais les lentilles avec autre chose que du papier à lentilles ; celles-ci coûtent à elles seules presque aussi cher que l'ensemble des autres parties du microscope.
7. Avant de remiser ton microscope, assurez-vous qu'aucune préparation ne soit restée sur la platine, que l'objectif 4X soit dans l'axe optique, que la platine soit abaissée et que le fil soit bien enroulé et attaché.
8. Lorsque vous remettez le microscope dans l'armoire, déposez-le sur sa tablette, dans la bonne case, et assurez-vous que le numéro sur la potence soit visible.
9. Suivez toujours ces recommandations à chaque utilisation.

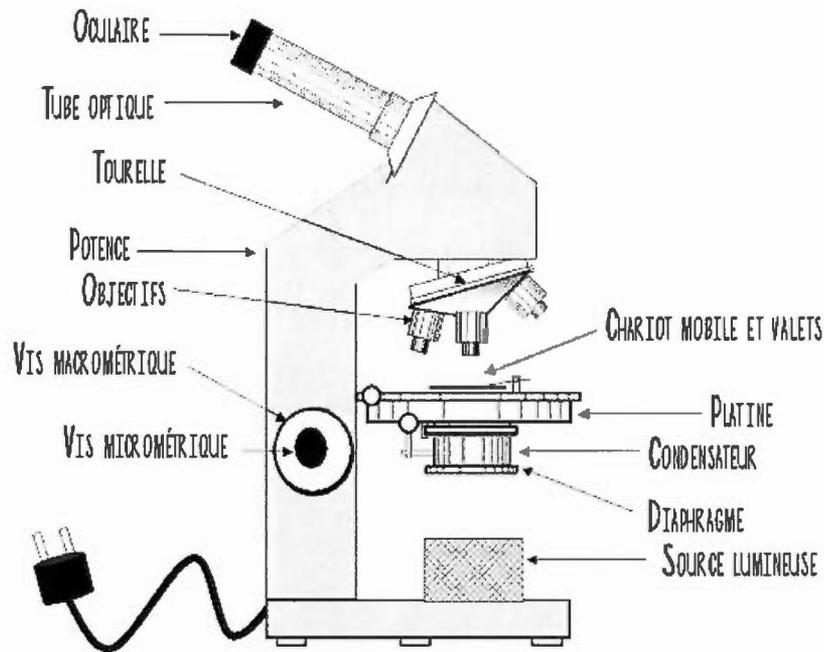


Figure 1-4-1 : Les parties du microscope optique

La mise au point

Lorsque vous regardez dans l'oculaire, l'image de l'objet qui apparaît peut être embrouillée. Il faut alors faire une mise au point par des mouvements macrométriques ou micrométriques de la platine à l'aide du bouton (des boutons) de mise au point.

La mise au point avec les objectifs 4X, 10X et 40X

1. Prenez une lame porte-objet sur laquelle il y a une rondelle collée.
2. Placez l'objectif 4X dans l'axe optique puisque la mise au point initiale s'effectue toujours avec cet objectif.
3. Déposez la préparation sur la platine et ouvrez le diaphragme en tournant le levier de sorte qu'il y ait plus de lumière sur la lame.
4. Placez la rondelle vis-à-vis le point lumineux au centre de la platine à l'aide des vis du chariot mobile. Avant de mettre l'œil à l'oculaire, montez d'abord la platine le plus haut possible en effectuant un mouvement macrométrique à l'aide du bouton de mise au point.
5. Faites une première mise au point en descendant la platine avec un mouvement macrométrique jusqu'à ce que l'image soit claire puis complète la mise au point avec un mouvement micrométrique de va-et-vient. Vous voyez les fibres du papier.
6. Centrez bien ce que vous observez à l'aide du chariot mobile.

7. Une fois le microscope au point avec l'objectif 4X, passez à l'objectif 10X et, faites la mise au point. Centrez l'objet observé puis passez à l'objectif 40X et faites la mise au point.

La mise au point avec des objectifs supérieurs à 4X se fait seulement avec le mouvement micrométrique, le mouvement macrométrique n'étant utilisé que pour faire la mise au point à l'objectif 4X. Pour faire un grossissement de 400X, vous devez utiliser successivement les objectifs 4X, 10X et 40X. Vous ne devez jamais passer directement de l'objectif 4X à l'objectif 40X car la mise au point est trop difficile, voire même impossible. De plus, les risques de bris sont grands. Après avoir terminé vos observations, abaissez la platine et remettez l'objectif 4X dans l'axe optique. Conservez votre préparation pour l'étape qui suit.

Le montage en milieu humide

Cette technique simple et pratique est utilisée lorsque vous voulez observer au microscope des êtres vivants, unicellulaires ou pluricellulaires, afin d'en mieux étudier la morphologie externe, les constituants internes ou leur comportement face au milieu.

Comme le montre la figure 1-4-2B, l'être vivant baigne dans le film d'eau entre la lame et la lamelle. Pour réaliser un montage en milieu humide, il importe de suivre les directives qui suivent.

1. Déposez un être vivant dans une goutte du milieu où il vit ou dans une goutte d'une solution appropriée.
2. Placez une lamelle sur la lame en déposant un bord de celle-ci au contact de la goutte d'eau et attendez que l'eau s'étale le long de la bordure de la lamelle. Vous prendrez soin de garder un angle de 45° entre la lamelle et la lame (Fig. 1-4-2A).
3. Laissez tomber la lamelle sur la goutte. De cette façon, vous minimiserez la quantité de bulles d'air sous la lamelle ; l'observation en sera d'autant plus facile.

L'immobilisation

Lorsque l'on étudie des cellules vivantes au microscope, il arrive souvent que ces cellules se déplacent assez rapidement ; il faut alors diminuer les mouvements sans tuer les cellules. Deux façons sont généralement utilisées.

On peut diminuer l'activité des mouvements en réduisant le volume du liquide sous la lamelle à l'aide d'un papier filtre placé au contact « lame et lamelle ». Il faut y aller très prudemment pour ne pas aspirer les êtres vivants à observer.

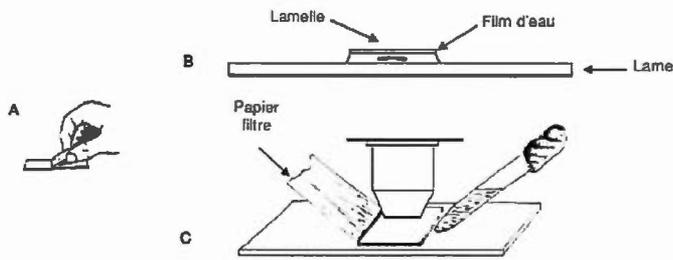


Figure 1-4-2 : Les techniques microscopiques

A : Le dépôt de la lamelle ; B : Le montage en milieu humide ; C : La technique par insertion sous la lamelle.

Identification des protistes



Afin d'identifier les différents types de protistes dans les échantillons d'eau de la rivière et du marais, vous devrez:

1. Vous munir de la fiche d'identification de protistes et d'un échantillon.
2. Noter le code de l'échantillon.
3. Identifier les protistes que vous trouverez dans l'échantillon.
4. Inscrire sur la feuille vos observations (Type de protistes et nombre).
5. Rentrer vos données dans l'ordinateur que sera mis à votre disposition.

Devoirs

- Lire la section du cahier de terrain du jour 2
- Se préparer pour la table de concertation de vendredi

Devoir facultatif :

- Visionner le court métrage «l'homme qui plantait des arbres» de Frédéric Back : <https://www.youtube.com/watch?v=7Rn6trL3-54>

Jour 2



Les végétaux

Les Végétaux sont des eucaryotes pluricellulaires photosynthétiques. La plupart des organismes végétaux sont photoautotrophes, c'est-à-dire qu'ils utilisent la lumière comme source d'énergie pour synthétiser de la matière organique. Les végétaux ont développé une organisation de plus en plus complexe résultant des adaptations progressives au milieu terrestre. Le règne des végétaux compte trois embranchements : les Bryophytes, les Ptéridophytes et les Spermatophytes. Les végétaux ont évolué dans une très grande diversité d'écosystèmes et ont développé de multiples adaptations autant au niveau de la photosynthèse, de leur stratégie de défense contre les prédateurs, que de leur reproduction (voir exemples).



Campbell, N. et coll. (2012). *Biologie (4e édition)*. Montréal: ERPI, 1457p.
Chapitre 29, 30, 35 et 38

Bryophytes

Les Bryophytes constituent un groupe de plantes de petite taille et d'une organisation très simple; c'est le premier embranchement à faire partie du règne des végétaux. Par l'arrivée de la tige, les Bryophytes s'éloignent des Algues pluricellulaires et laissent prévoir un développement vers d'autres plantes plus évoluées. Cette tige n'est pas encore un organe typique, car les Bryophytes n'ont pas réussi à développer des vaisseaux pour faire monter la sève dans leur appareil végétatif ni dans leur appareil sexué.

Cet embranchement, le plus primitif du règne des végétaux, se divise en trois classes : les **Anthocérotes**, les **Hépatiques** et les **Mousses**. Seules, les deux dernières seront étudiées.

Ptéridophytes

Les Ptéridophytes apparaissent comme le groupe prototype des végétaux à tige vascularisée. La tige est la partie de la plante qui prend de plus en plus d'importance compte tenu de sa durée de vie et de ses dimensions. Une partie de la tige fixe la plante dans le sol (rhizome), une autre partie se dresse et porte des feuilles. Cette plante correspond à l'appareil végétatif : c'est la plante que nous connaissons. C'est un sporophyte qui domine nettement sur le gamétophyte.

La flore actuelle des Ptéridophytes est subdivisée en quatre classes dont trois seront étudiées : les **Lycopodes**, les **Prêles** et les **Fougères**

Spermatophytes

Les Spermatophytes sont des plantes caractérisées par la présence de fleurs (rudimentaires ou élaborées) et la présence de graines, organes de conservation et de dissémination de l'espèce. L'apparition de la fleur et l'arrivée de la graine marquent un événement nouveau : la conquête décisive du milieu terrestre. Les Spermatophytes ont fait la dernière grande révolution de l'histoire des Végétaux.

La spécialisation de la fécondation dans le milieu aérien a permis de réduire le gamétophyte à quelques cellules. Le gamétophyte microscopique est entièrement recouvert par les tissus du sporophyte. Le sporophyte, au stade embryonnaire, est inclus dans une graine avec une réserve de nourriture pour que celui-ci se développe lors de la germination.

Les Spermatophytes comptent deux groupes: les Gymnospermes et les Angiospermes.

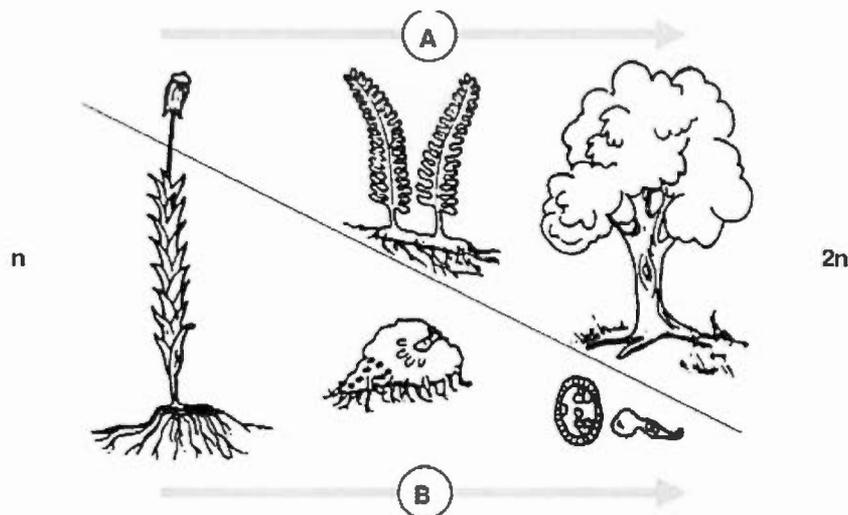


Figure 1-0-1 : L'évolution des générations

- A : Le sporophyte augmente en taille et devient plus complexe ;
 B : Le gamétophyte diminue en taille et devient moins complexe.



Peuplier

Le peuplier faux-tremble possède une voie de reproduction particulière qui se nomme «drageonnement». Il s'agit d'une forme de reproduction asexuelle qui se produit par l'extension des racines qui peuvent créer une nouvelle tige. Dans le sud de l'Utah, le peuplement monoclonal naturel, nommé Pando, couvre 43 ha, ce qui en fait probablement le plus grand organisme vivant du monde. Il est composé de 47 000 tiges et pèse, selon les estimations, 6 000 tonnes. (Mitton e& Grant. 1996).

Jeffry B. Mitton and Michael C. Grant. (1996). Genetic Variation and the Natural History of Quaking Aspen. *BioScience*, Vol. 46, No. 1. , pp. 25-31



Bloc 1 : Rallye végétaux

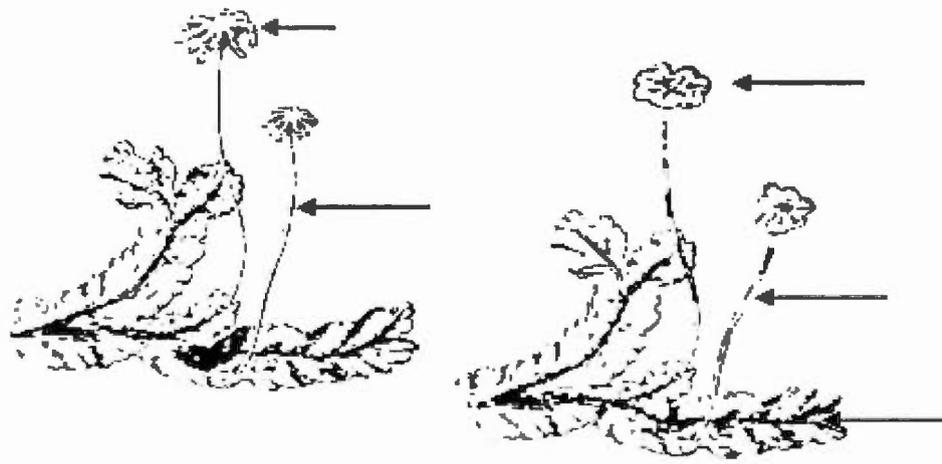
Cette activité vous permettra :

- De différencier les gamétophytes d'hépatiques et de mousses
- De caractériser les différentes parties des gamétophytes mâles et femelles des mousses et des hépatiques
- Différencier les lycopodes, des prêles et des fougères
- D'identifier les différentes parties des lycopodes, prêles et fougères
- D'identifier les différentes parties d'une fleur
- De pouvoir classer un organisme dans l'embranchement des Angiospermes ou des Gymnospermes selon la forme des feuilles et la présence de fleurs (macroscopique)
- D'identifier les conifères du Québec à l'aide d'une clé d'identification
- De différencier les cônes mâles et femelles chez les Gymnospermes

Pré-rallye

Afin de vous préparer au rallye, vous devrez effectuer le prochain exercice en remplissant la section ci-dessous.

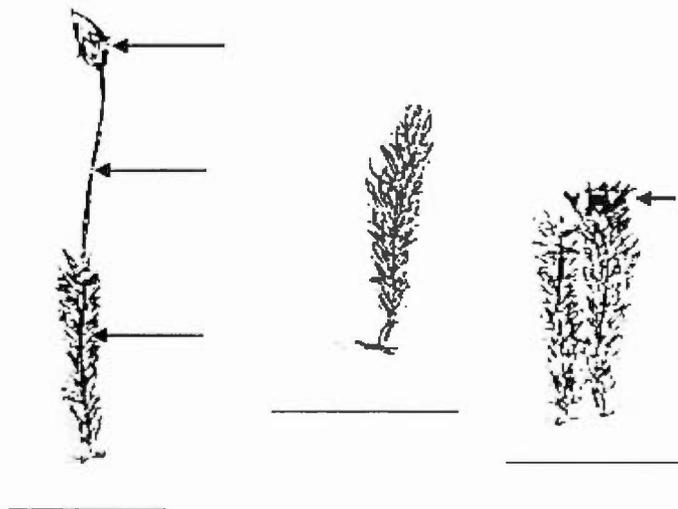
Hépathiques



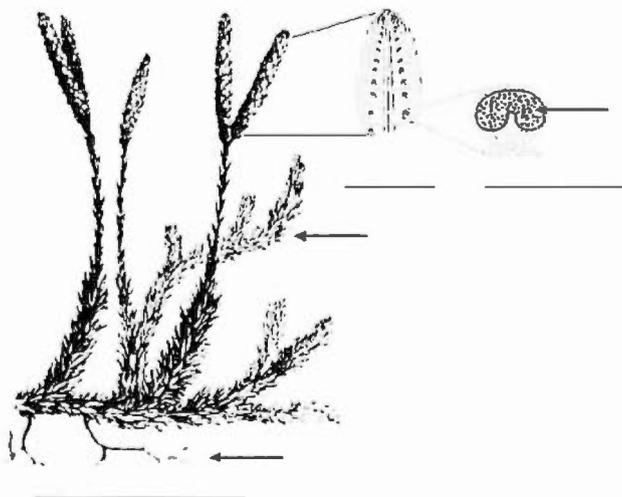
A _____

B _____

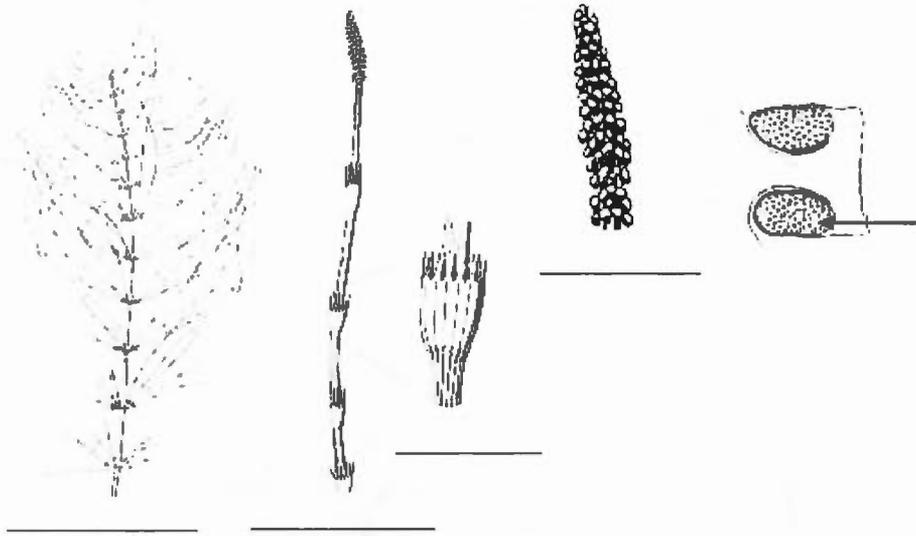
Mousses



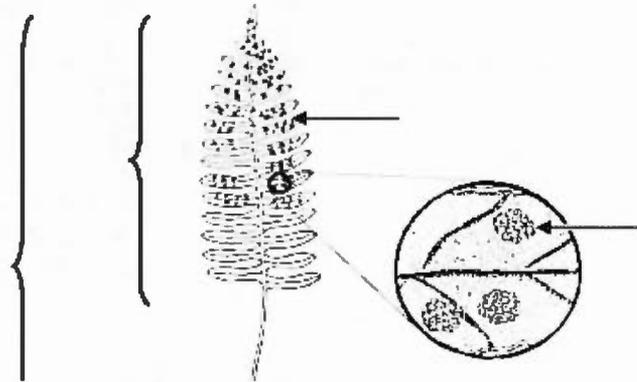
Lycopodes



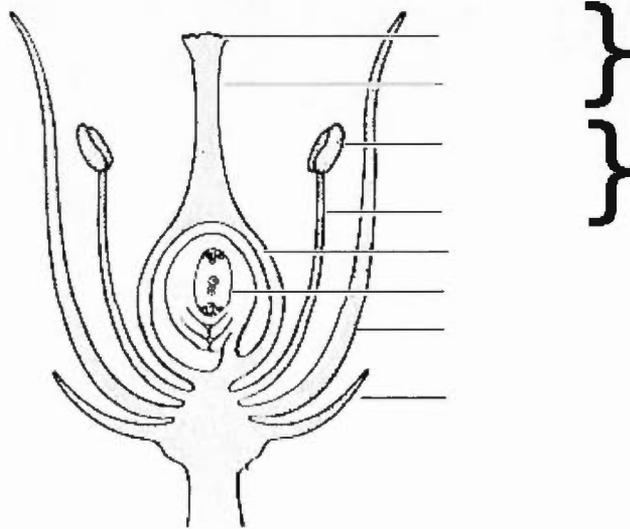
Prêles



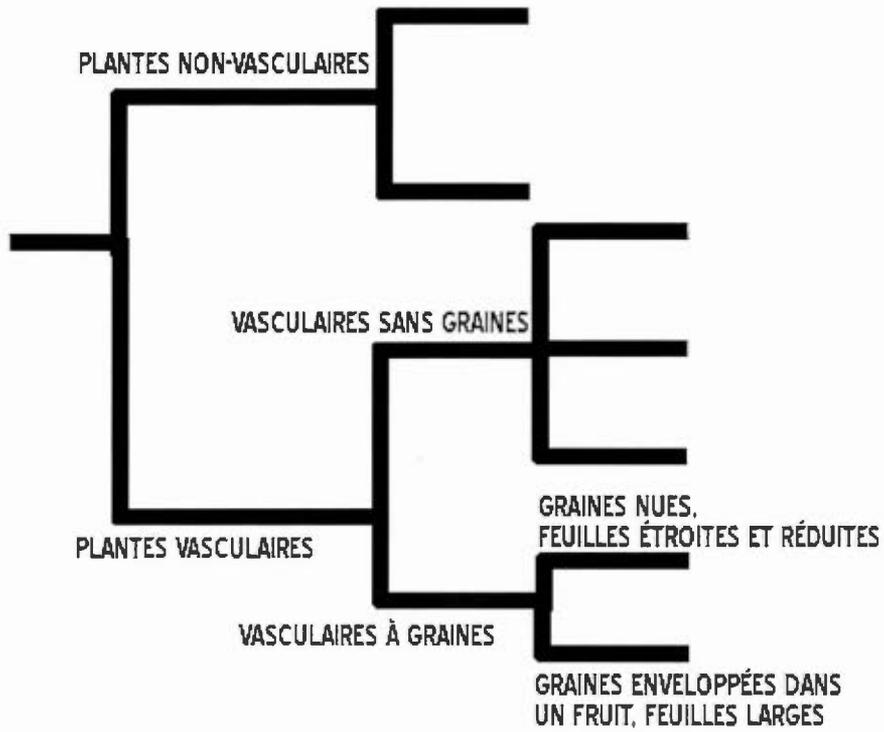
Fougères



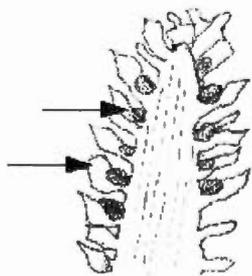
Fleurs



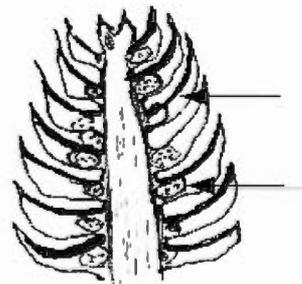
Classement végétale



Cône mâle/femelle



Cône femelle



Cône mâle

Lors du rallye, vous pourrez vous servir des informations ci-dessous.

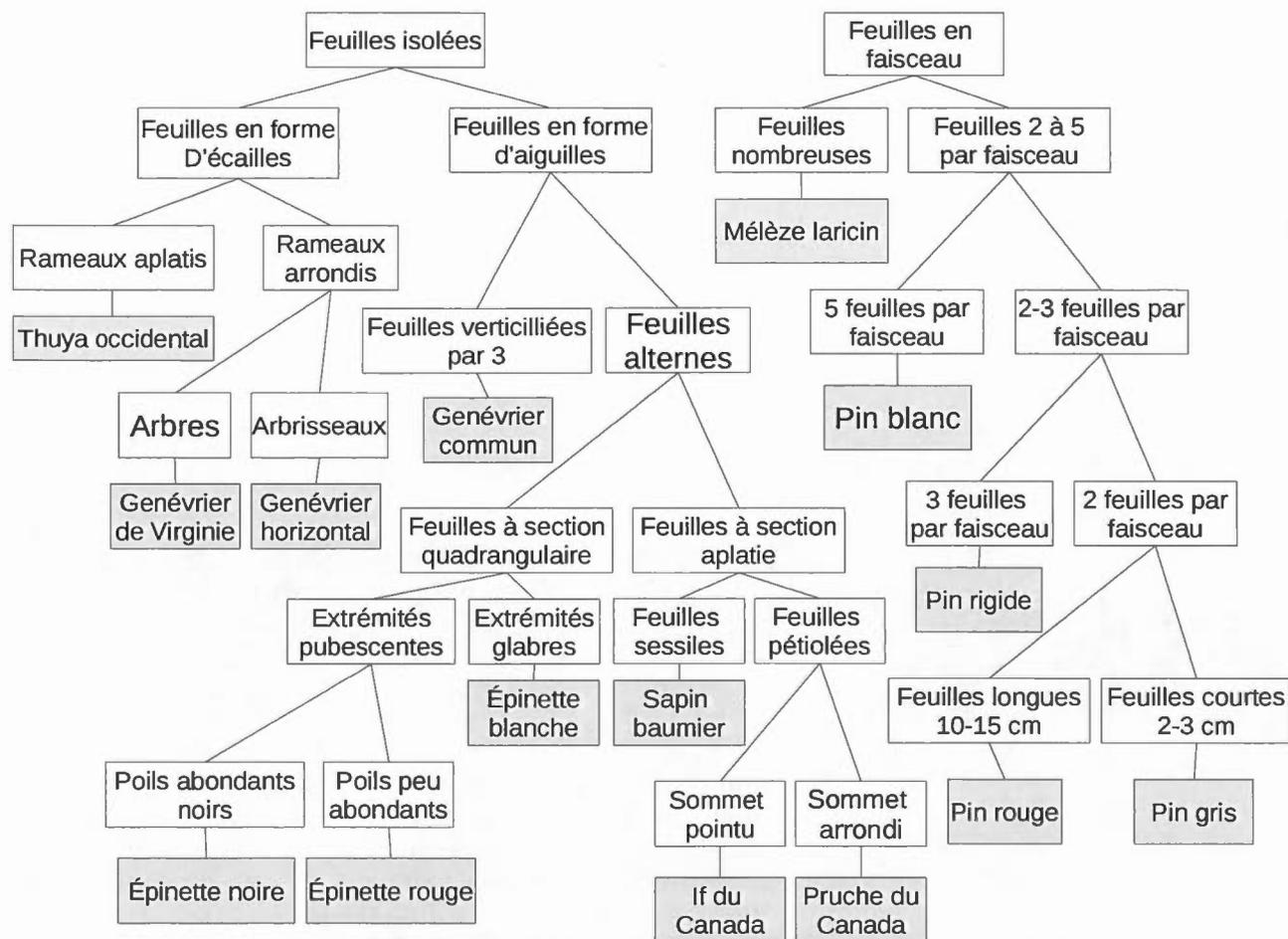


Figure 2-1-1. Clé d'identification des conifères

Tableau 2-1-1. Le glossaire de la clé d'identification

Mot	Description
Aiguilles	Feuilles linéaires, raides et aiguës
Dentées	Présences de petites dents de chaque côté de la feuille
Faisceaux	Feuilles insérées sur le rameau par groupe de 2 ou plus
Glabres	Rameaux ultimes sans poils
Isolées	Feuilles insérées séparément sur la tige ou le rameau
Pétiolées	Feuilles portant un pétiole (support)
Pubescents	Rameaux ultimes recouverts de petits poils bien visibles à la loupe
Rameaux ultimes	Partie terminale de la branche (juste sous le bourgeon terminal)
Sessiles	Feuilles dépourvues de pétiole (support)
Verticillées par 3	Ensemble de 3 feuilles rangées en cercle autour de la tige

Bloc 2 : Atelier sur les champignons

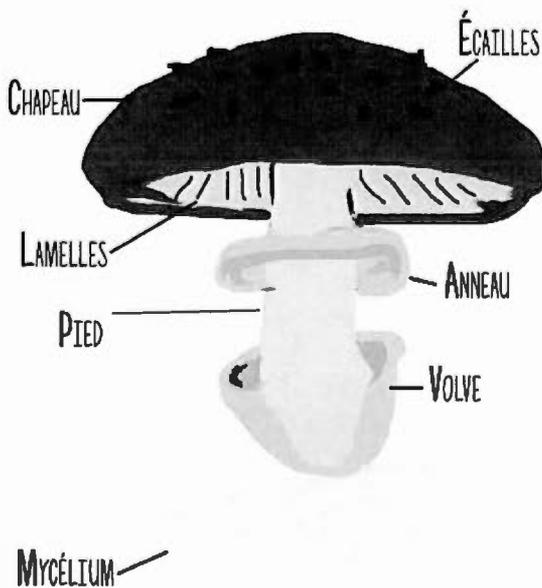
Cette activité vous permettra:

- De différencier les embranchements des Zygomycètes, Ascomycètes et Basidiomycètes
- D'apprendre à identifier certains types de champignons à l'aide d'un guide d'identification
- De comprendre les rôles écologiques des champignons
- De s'initier à la cueillette de champignons



Les champignons

Le mot «champignon» peut porter à confusion, car ce que nous nommons «champignons» est bien souvent seulement une partie de cet organisme, soit le sporophore (partie qui porte les spores). Il y a tout un réseau de mycélium qui se trouve sous le sol qui compose aussi le champignon. ¹



Les champignons se reproduisent donc par spores. Ils se nourrissent par absorption. ¹

Les champignons du règne des Fungi sont des organismes eucaryotes, pluricellulaires et hétérotrophes. Au niveau écologique, les champignons peuvent entretenir différentes relations avec d'autres organismes de leur environnement. Ils peuvent faire du saprophytisme, c'est-à-dire qu'ils se nourrissent de matières organiques mortes, ce qui permet de remettre des éléments minéraux accessibles aux organismes autotrophes (végétaux). ¹

Ils peuvent être aussi parasites de certains organismes vivants. Au Québec, un bon exemple serait le champignon *Moniliophthora perniciosa* qui provoque la maladie du «balai de sorcière» (voir photo).



Figure 2-2-2. Maladie du «balai de sorcière»

Figure 2-2-1. Les parties du champignon

Finalement, les champignons peuvent faire des associations symbiotiques avec d'autres organismes. Certains champignons poussent au pied des arbres et peuvent former une symbiose avec les racines de l'arbre, ce que l'on nomme «mycorhize». ¹

¹McNeil, R. (2006) Le grand livre des champignons du Québec et de l'est du Canada.Éditions Michel Quintin, 576 pages.

Cette association offre à chacun des organismes des avantages qu'ils n'auraient pu acquérir par eux seuls. D'une part, l'arbre retire davantage de nutriments grâce à un plus grand réseau racinaire. Le champignon peut recevoir en échange les sucres élaborés que l'arbre produit.

Il y aurait 1,5 million d'espèces de champignons dans le monde. Nous n'en avons identifié toutefois que 15%. Au Québec, nous en avons 3000 de répertoriés. Nous étudierons dans le cadre de cet atelier deux grands phylums, soit les Basidiomycota et les Ascomycota. Les Basidiomycota se caractérisent par des cellules reproductrices nommées basides qui produisent les spores. Pour les Ascomycota, les spores sont produites par des cellules nommées asques.

Le petit guide de la cueillette

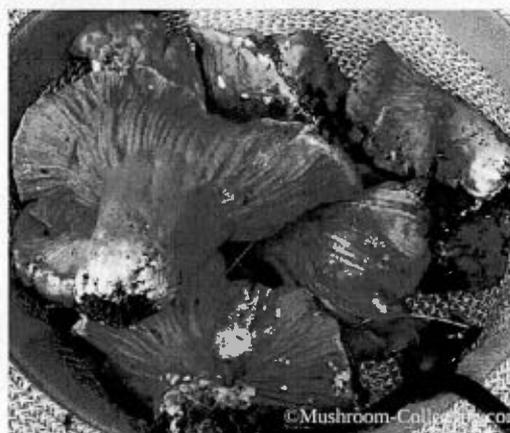
La cueillette de champignons peut se faire de mi-avril à la fin octobre. On peut retrouver des champignons dans à peu près tous les milieux. Toutefois, il faut s'informer des milieux plus propices pour les espèces qu'on souhaite cueillir. Ces informations sont contenues dans des livres d'identification ou de référence (voir ci-dessous). Cependant, beaucoup de champignons se trouvent en lisière de forêt ou dans des milieux plus ouverts. Les forêts conifériennes présentent aussi une grande diversité d'espèces. De plus, certaines conditions d'humidité peuvent permettre à certaines espèces de croître. Les lendemains de pluie représentent aussi de bons moments pour cueillir des champignons en forêt.

Il faut faire attention, car la cueillette de champignons n'est pas permise partout. Dans les réserves écologiques, comme le parc-nature du Bois-de-Liesse, la cueillette est interdite.

L'équipement de base pour un bon mycologue est un panier, un couteau et une bonne connaissance de l'identification des champignons. Pour un.e débutant.e, il est avantageux et sécuritaire de commencer à identifier quelques espèces qui sont plus faciles à reconnaître. La chanterelle commune, les morilles et certains bolets peuvent être de bonnes espèces à identifier et déguster ! L'utilisation d'un guide d'identification s'avère très importante (voir les livres en bas de page). Pour cueillir des champignons, il faut le retirer sans déraciner la base. Il est préférable d'éviter de mélanger des espèces différentes dans un même sac.



Chanterelle



Dermatose des russules



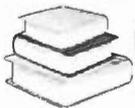
Morille

Il faut faire attention, car certaines espèces peuvent causer des empoisonnements très graves pouvant entraîner la mort, telle que l'amanite vireuse (voir photo ci-contre). Il faut donc être certains de l'identification que l'on fait des espèces et vous devez vous informer sur les espèces qui sont dangereuses au niveau de l'ingestion. Il faut garder en tête que moins de 10% des espèces du Québec sont toxiques. Il n'est pas dangereux de manipuler des champignons toxiques. ¹



****Il ne faut jamais manger un champignon à moins d'être absolument certain de son identité**.**

À la fin d'une journée de cueillette, il est préférable de conserver les champignons au réfrigérateur. Pour une conservation à plus long terme, le séchage des champignons serait la meilleure option. La conservation au congélateur est à éviter puisqu'elle ne permet pas de conserver le goût.



Livres d'identification

- *Phillips, R. (2014). Les champignon du Québec : Guide d'identification. Éditions Broquet, 336 pages.
- *McNeil, R. (2006) Le grand livre des champignons du Québec et de l'est du Canada. Éditions Michel Quintin, 576 pages.
- *Despres, D.(2014). Champignons comestibles du Québec : les connaître, les déguster. Éditions Michel Quintin, 207 pages.
- *McNeil, R. (2013). Champignons communs du Québec et de l'est du Canada. Éditions Michel Quintin.

Bloc 3 : Échantillonnage des végétaux

Cette activité vous permettra:

- De vous initier à la technique d'échantillonnage en quadrat.
- D'apprendre à utiliser un livre d'identification de plante.
- D'apprendre des techniques de récolte de données.

Une forêt peut sembler être un écosystème facile à comprendre et à étudier. Toutefois, les écosystèmes forestiers sont grandement diversifiés et complexes. Ils sont façonnés par l'environnement physique, tels que le climat, le relief, la géologie, le type de sol, etc.

Dans une situation où nous voudrions caractériser la communauté végétale d'une forêt, l'idéal serait d'identifier précisément chaque organisme se trouvant dans la forêt, en d'autres termes faire un recensement. Généralement, un recensement est impossible pour des raisons de budget et de logistique. Les scientifiques se reposent donc sur des estimations et sur l'extrapolation de leurs données après avoir identifié certaines sections de la forêt. Il est donc essentiel de se bâtir un plan d'échantillonnage rigoureux pour pouvoir effectuer un portrait représentatif de la communauté. Plusieurs techniques existent. Dans notre cas, nous effectuerons un plan d'échantillonnage systématique aléatoire (voir figure 2-2-3). Cette technique vise à établir des zones dans lesquelles nous ferons un échantillonnage, mais où nos quadrats (voir encadré) seront faits de manière aléatoire de cette zone.

Le quadrat

Un quadrat est un outil d'échantillonnage en forme de carré qui servira à délimiter une zone où nous identifierons les organismes. L'objet est souvent en bois ou en plastique afin d'être facilement lancé au hasard dans une zone.



© San Francisco State University

Protocole d'échantillonnage



Dans le cadre de cette activité, nous effectuerons un relevé de la communauté végétale se trouvant en bordure de la section où l'oléoduc envisage de se construire. Pour ce faire, vous recevrez au début de l'activité un plan des sites d'échantillonnage et une fiche d'échantillonnage. Votre équipe se fera assigner une section dans laquelle vous devrez effectuer trois quadrats. Vous devrez suivre le protocole suivant:

1. Rejoignez le site d'échantillonnage.
2. Remplissez la première section de la fiche d'échantillonnage (#équipe, # site, heure, etc.).
3. Lancez un premier quadrat de manière aléatoire dans le site.
4. Identifiez les spécimens se trouvant dans le quadrat en vous servant du livre d'identification et des espèces déjà ciblées.
** Si vous éprouvez des difficultés à identifier une espèce, adressez-vous à une des personnes responsables de l'activité.**
5. Spécifiez la superficie occupée par chacun des spécimens identifiés.
6. Indiquez l'heure de fin de la placette.
7. Effectuez les étapes 1 à 7 à deux autres reprises.

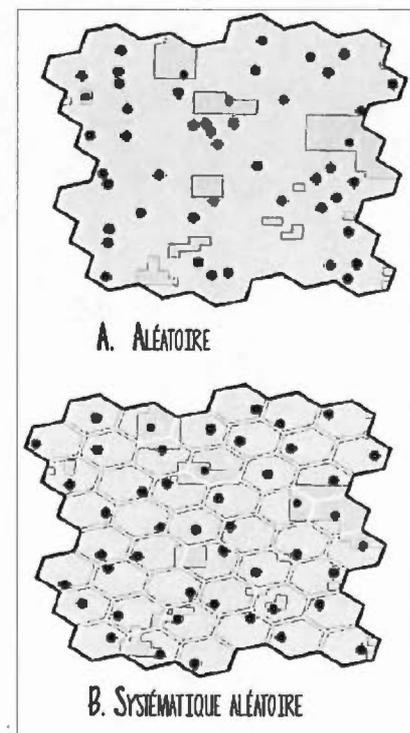


Figure 2-2-3. Techniques d'échantillonnage

Lexique

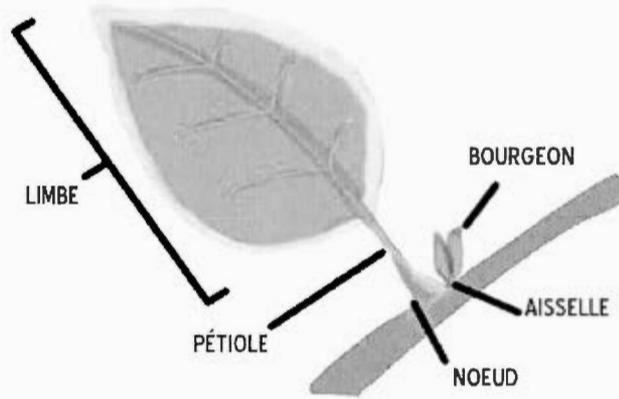


Figure 2-2-4. Allure du limbe

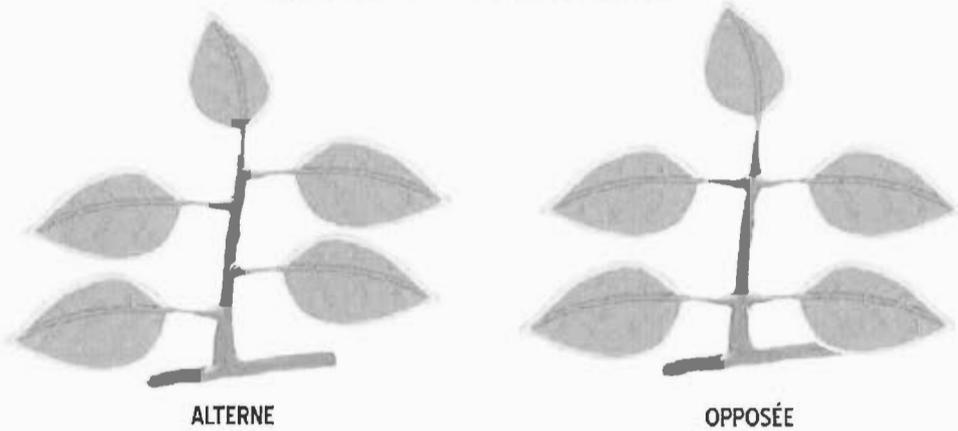


Figure 2-2-5. Disposition des feuilles

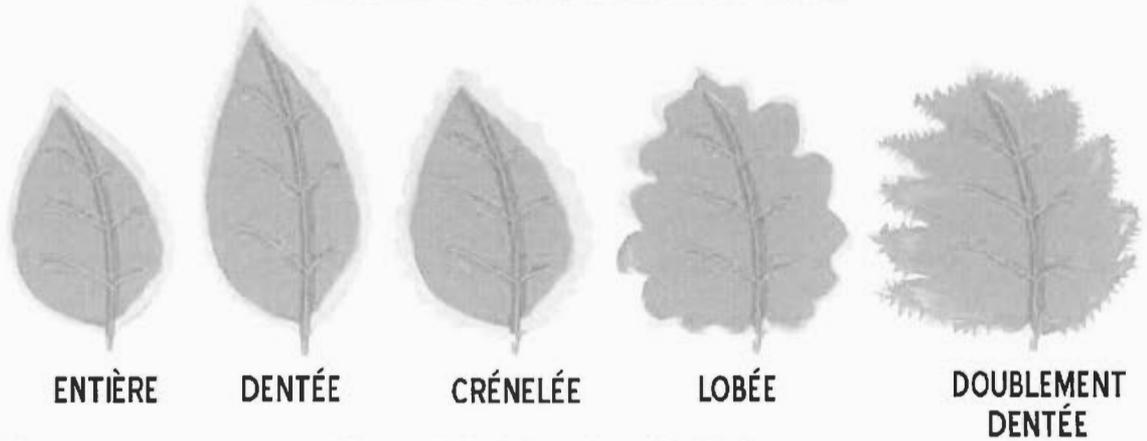


Figure 2-2-6. Bordure du limbe

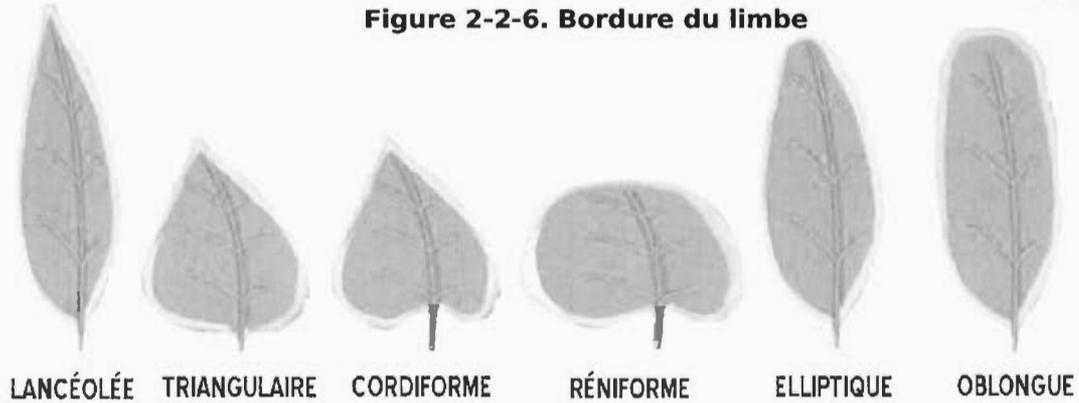
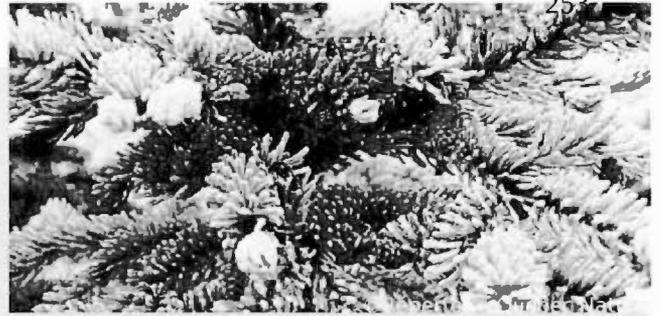


Figure 2-2-7. Forme du limbe

Épinette noire et pin gris



L'épinette noire et le pin gris ont développé une stratégie très intéressante pour la dissémination de leurs graines. Ces deux espèces



nécessitent le passage d'un feu de forêt afin que leurs cônes s'ouvrent et libèrent les graines. Cette situation leur permet d'avoir accès au climat et au niveau de luminosité adéquats pour la germination des plantules.

Plantes carnivores

Les plantes carnivores représentent un groupe bien particulier qui a développé des stratégies distinctives pour l'acquisition d'éléments nutritifs supplémentaires. Ces espèces possèdent des poils glandulaires qui possèdent trois fonctions spécifiques, soit de sécréter un liquide qui permet de retenir les proies, de produire des enzymes qui permettent la digestion de ces proies et qui effectuent l'absorption des nutriments. Les plantes utilisant cette stratégie se trouvent généralement en milieux pauvres en nutriments.



© Gilles Murray

Devoirs



- Lire la section du cahier de terrain du jour 3 (au collège).
- Se préparer pour la table de concertation de vendredi.

Jour 3



Ces différents exercices vous permettront:

- De pouvoir associer un organisme à l'embranchement des porifères, des cnidaires, des plathelminthes, des mollusques, des annélides, des arthropodes ou des échinodermes à l'aide d'une clé d'identification
- D'identifier les différentes parties de certains organismes de l'embranchement des porifères, des cnidaires, des plathelminthes, des mollusques, des annélides, des arthropodes et des échinodermes
- De différencier différents sous-embranchements d'Arthropodes (Crustacés, Chélicériformes, Insectes)

Les invertébrés

Cette section vous mettra en contact avec des organismes dépourvus de colonne vertébrale, les invertébrés. Ce sont les animaux les plus diversifiés et nombreux sur terre. On retrouve une grande majorité d'entre eux en milieu aquatique. Vous pourrez vous familiariser avec les principaux embranchements en cheminant à travers les différentes sections du laboratoire. Elles vous instruiront sur la diversité de ces êtres vivants, sur leurs caractéristiques et sur leurs adaptations.

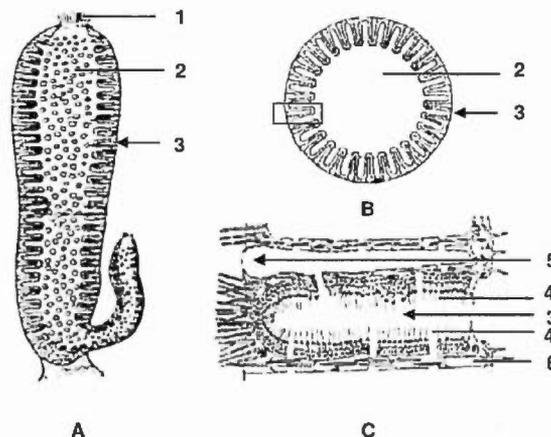


Figure 3-1-1 : L'organisation d'une Éponge

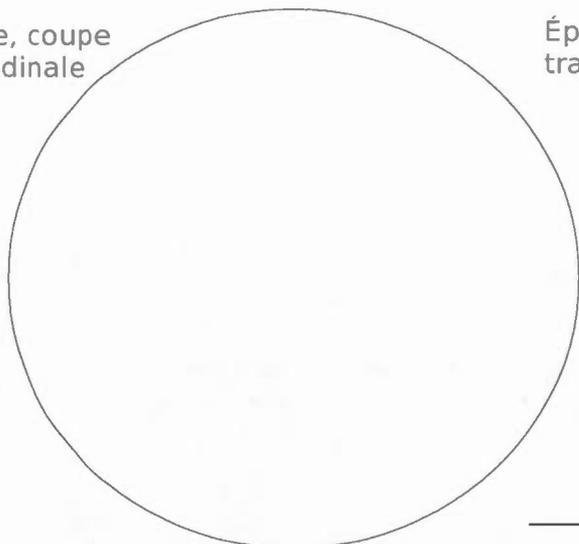
A : Coupe longitudinale ; B : Coupe transversale ; C : Zoom sur une partie de la paroi.
1 : Oscule ; 2 : Spongocoele ; 3 : Canal ; 4 : Cellules à collerette ; 5 : Pore ; 6 : Spicule.

Manipulations 1 : Éponge

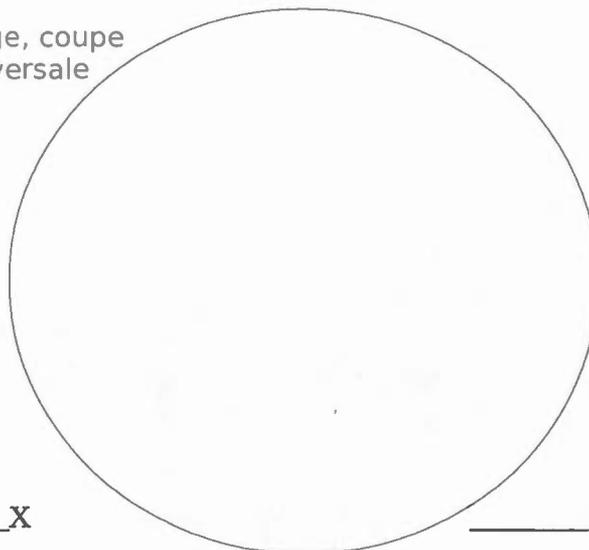
Observez au microscope les préparations permanentes d'Éponge.

1. Dessinez l'Éponge en coupe longitudinale et identifiez: oscule, spongocoele, canaux, cellules à collerette, pores
2. Dessinez l'Éponge en coupe transversale et identifiez: spongocoele, canaux, cellules à collerette, pores.

Éponge, coupe
longitudinale



Éponge, coupe
transversale



_____X

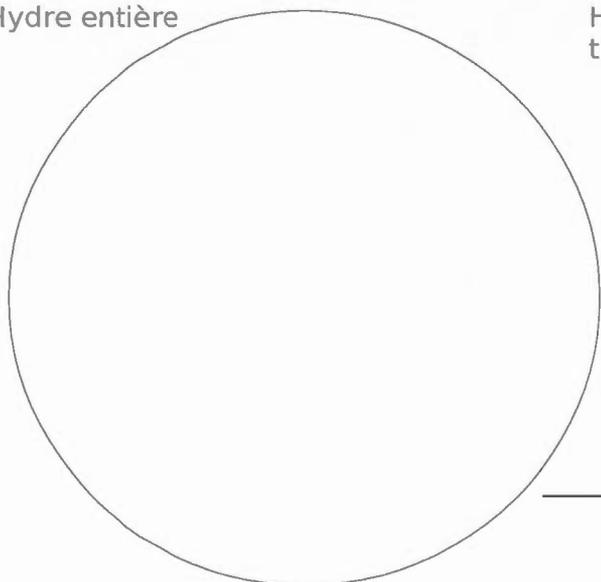
_____X

Manipulations 2 : Hydre

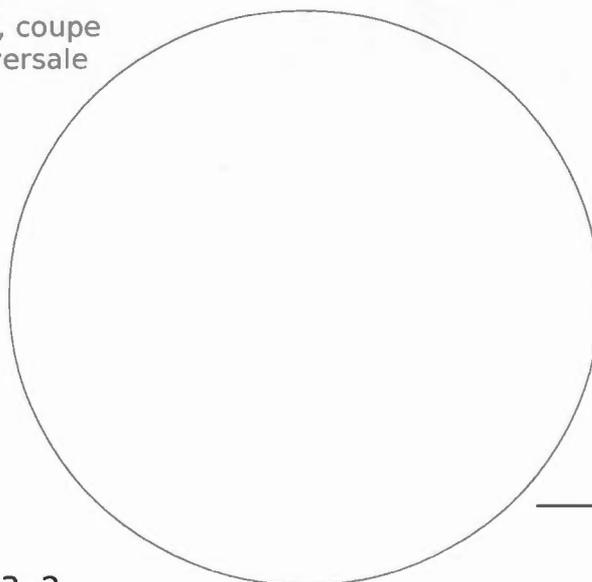
Observez au microscope les préparations permanentes de l'Hydre.

1. Dessinez l'Hydre entière et identifiez les tentacules et la bouche-anus.
2. Dessinez l'Hydre vue en coupe transversale et identifiez la mésoglée, la cavité gastrovasculaire, l'ectoderme et l'endoderme (fig. 3-1-1).

Hydre entière



Hydre, coupe
transversale



_____X

_____X

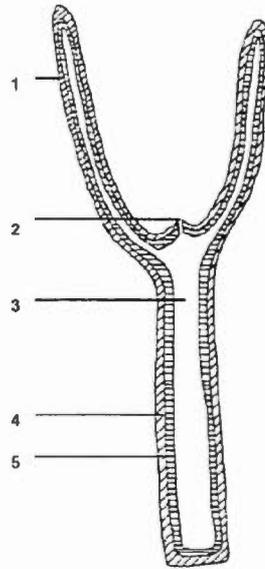


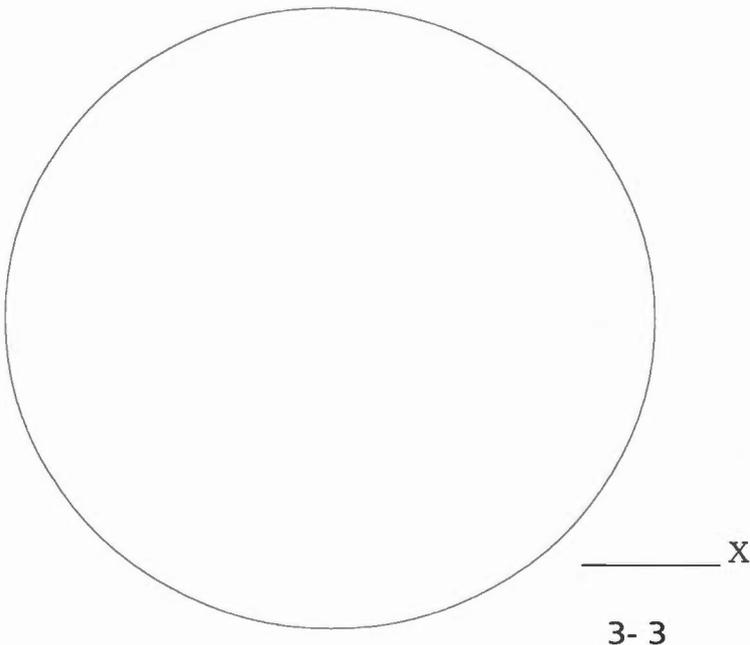
Figure 3-2-1 : L'organisation tissulaire chez les Cnidaires

1 : Tentacule ; 2 : Bouche-anus ; 3 : Cavité gastrovasculaire ; 4 : Ectoderme ; 5 : Endoderme.

Manipulations 3 : Planaire

Observez le Planaire au microscope. Remarquez la symétrie bilatérale.

1. Dessinez et identifiez: la tête avec les ocelles (détecteurs de lumière) et les 2 excroissances latérales (détecteurs chimiques), le pharynx et la cavité gastrovasculaire.



Manipulations 4 : Moule

- Plusieurs moules entières sont présentées à cette étape.
- Chaque équipe de deux étudiants devra disséquer une moule en suivant les étapes ci-dessous :

Anatomie externe

1. Observez :

- La coquille est formée de 2 valves qui délimitent un espace, la cavité palléale, dans la charnière réunie les valves. La charnière est dorsale.
- Les lignes de croissance: anneaux concentriques qui s'étendent vers l'extérieur à partir du sommet. Ces lignes correspondent à la croissance durant une période donnée.

Anatomie interne

En enlevant la valve dorsale, on remarque le manteau qui recouvre le corps mou de la moule. Le manteau est composé de 2 membranes minces dont les bords libres sont plus épais, ces dernières sont attachées ensemble au niveau de la charnière ventrale. L'autre extrémité est libre.

On peut voir le pied, 1 muscle adducteur et le siphon exhalant.

2. Observez :

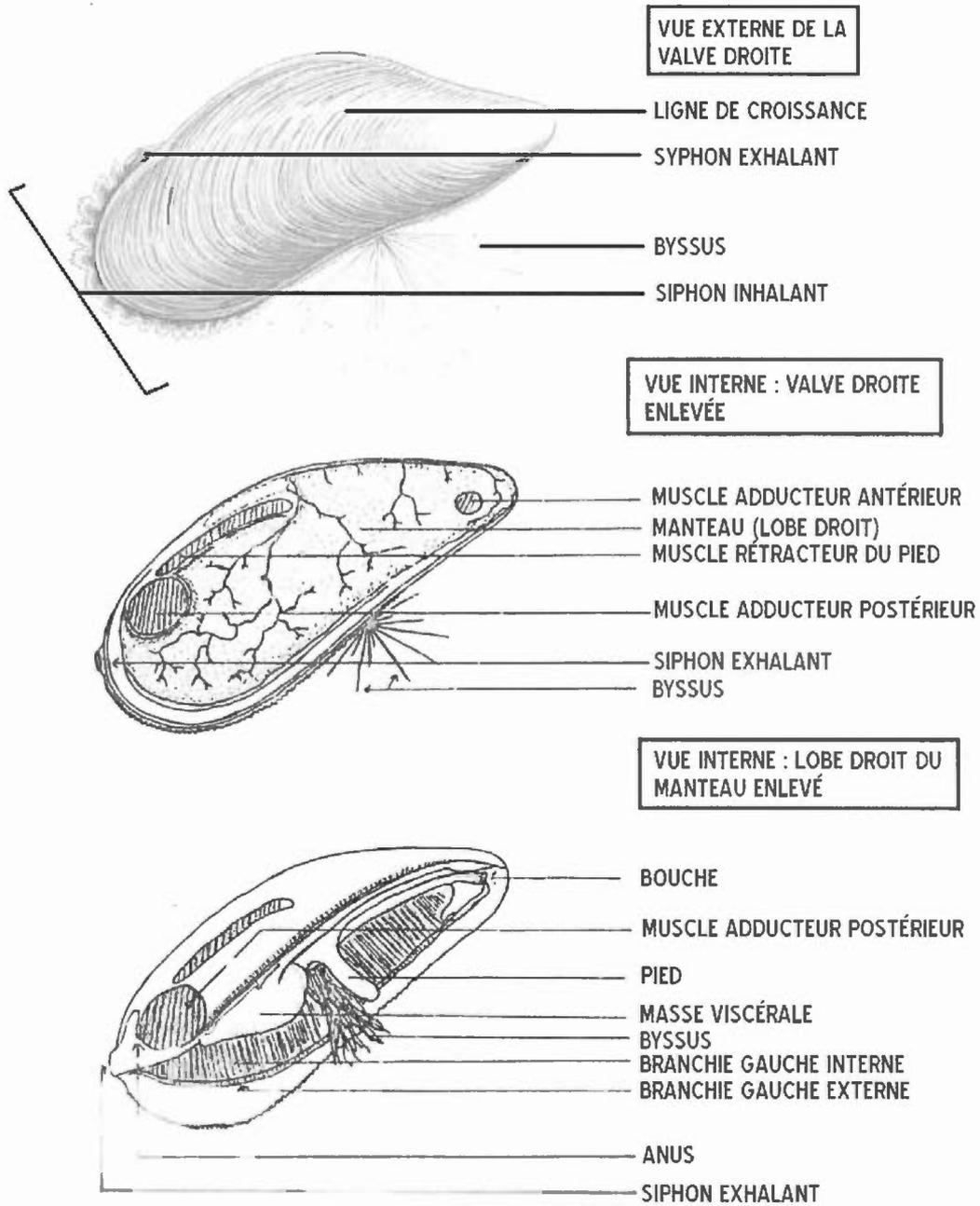
- Le pied et les 2 muscles rétracteurs du pied.
- Les 2 muscles adducteurs (leur contraction entraîne la fermeture des valves).
- Les 2 siphons, dans la partie postérieure, le siphon exhalant où s'ouvre l'anus et le siphon inhalant situé dessous. Ce dernier est le plus grand des deux et est muni de cils.
- 2 paires de branchies lamellaires. Les branchies ont une fonction respiratoire et une fonction digestive, car elles contribuent à acheminer, par des cils vibratiles, les particules alimentaires vers la radula.
- La radula est formée de 2 paires de palpes labiaux entourant la bouche dans la partie antérieure de la masse viscérale.
- Notez que l'eau apporte des particules alimentaires (nutrition) et de l'oxygène (respiration).
- Les siphons sont des replis du manteau. Le siphon inhalant est légèrement plus grand que le siphon exhalant. Il est muni de cils. Pourquoi?

Décrivez le circuit suivi par les particules nutritives.

Décrivez le circuit suivi par l'oxygène.

3. Examinez les spécimens présentés et comparez la coquille, le manteau et le pied.

4. Notez vos observations.



Manipulations 5 : Néréis

Observez le ver disséqué qui est sous le binoculaire ; c'est un Nereis, un Annélide marin.

1. Notez qu'à l'extérieur du corps, il a des pattes qui se répètent à chaque métamère, du côté droit et du côté gauche : ce sont les parapodes. Ils jouent un rôle important dans la locomotion du ver. Parce qu'ils sont richement vascularisés, ils jouent également un rôle respiratoire en puisant l'oxygène dissous dans l'eau et en éliminant le gaz carbonique.
2. La métamérisation que vous observez n'est pas que superficielle. En effet, les segments se poursuivent par des cloisons à l'intérieur de l'animal ; chaque segment ressemble à un compartiment étanche. Dans chaque segment, il y a un appareil excréteur et une masse nerveuse ventrale. Le tube digestif traverse les segments de l'avant vers l'arrière du corps. Il en est de même du vaisseau sanguin dorsal.
3. Identifiez sur la figure 3-5-1 les structures pointées à l'aide des termes soulignés ci-dessus.

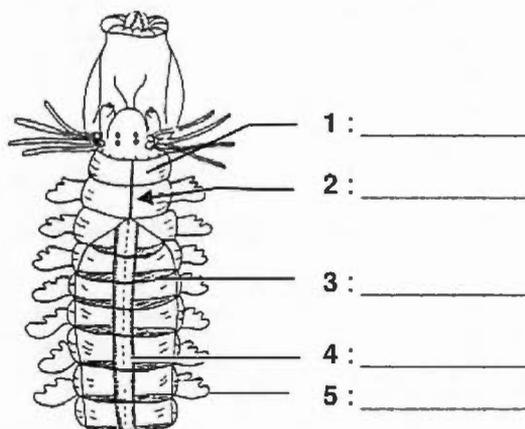


Figure 3-5-1 : La dissection de Nereis
 Inscris le nom des structures pointées.

Manipulations 6 : Arthropodes

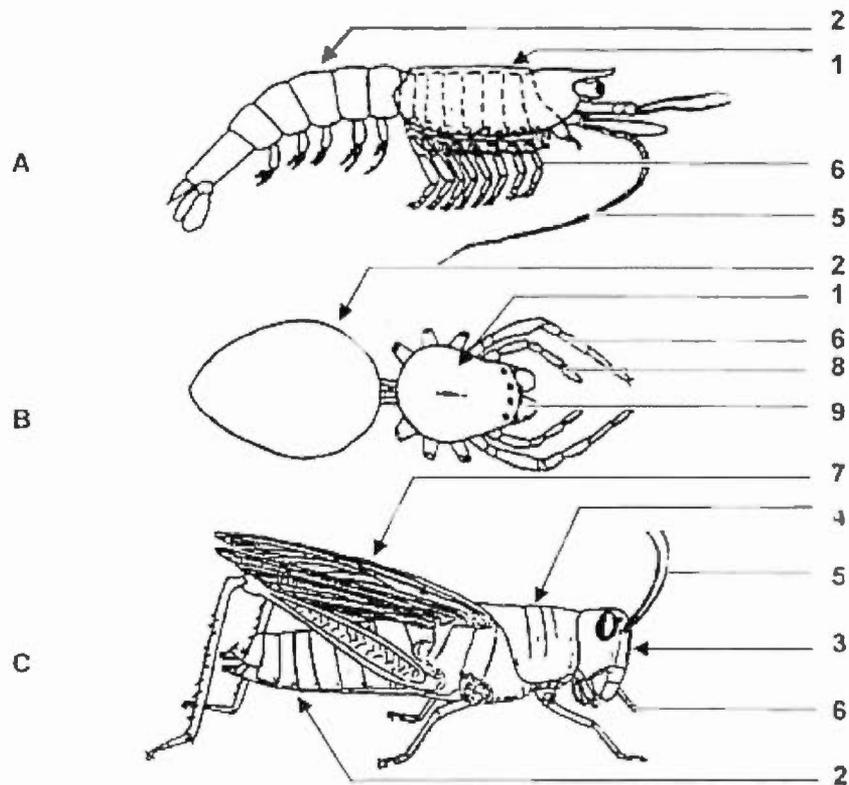


Figure 3-6- 1: Diversité des Arthropodes

A : Crustacé, vue latérale ; B : Chélicériformes, vue dorsale ; C : Insectes : vue latérale
 1 : Céphalothorax ; 2 : Abdomen ; 3 : Tête ; 4 : Thorax ; 5 : Antenne ; 6 : Patte locomotrice ; 7 : Aile
 ; 8 : Pédipalpe ; 9 : Chélicère.

Organisme type des Crustacés : l'Écrevisse

1. Identifiez sur le spécimen: céphalothorax, abdomen, 3 paires de pièces buccales, 2 paires d'antennes, 1 paire de pinces, 4 paires de pattes locomotrices, 5 paires d'appendices natatoires.

Organisme type des Chélicériformes : l'Argiope

2. Identifiez sur le spécimen: céphalothorax, abdomen, 1 paire d'appendices tactiles

Organisme type des Insectes : la Sauterelle

3. Identifiez sur le spécimen: tête, thorax, abdomen, 1 paire d'antennes, 3 paires de pattes locomotrices, 3 paires de pièces buccales, stigmates (pores en relation avec l'appareil respiratoire).

Manipulations 7 : Échinodermes

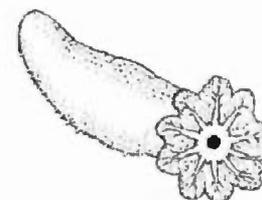
Organisme type des Oursins

1. Comptez les motifs du test. Le test est le résultat de la fusion des plaques calcaires qui sont particulièrement développées. Les plaques calcaires sont les piquants en surface et les plaques internes.



Organisme type des Concombre de mer

2. Comptez le nombre de rangées de petits pieds. Les plaques calcaires sont microscopiques et dispersées dans la peau.

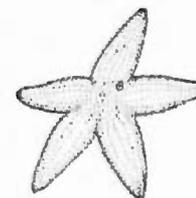


Organisme type des Étoile de mer

3. Comptez le nombre de bras.

Nous parlons donc d'une symétrie pentamère chez l'adulte échinoderme.

4. Observez l'étoile de mer. Porte ton attention sur le système aquifère. Le schéma suivant vous servira à prendre des notes de votre observation.
5. Repérez la plaque madréporique, située au niveau du disque central. La plaque madréporique s'ouvre à l'intérieur de l'animal sur un réseau de canaux qui se ramifient dans chaque bras.
6. Observez maintenant la face orale. Chaque bras présente un sillon de quelques rangées de pieds ambulacraires. À ce niveau, le canal latéral émet des canaux qui mènent à une ampoule ambulacraire située au-dessus du pied ambulacraire.
7. Les ampoules sont entourées de minuscules muscles qui, en se contractant, modifient la pression à l'intérieur des pieds. L'extension du pied survient lorsqu'il y a contraction de l'ampoule et sa rétractation suite à la dilatation de l'ampoule agissant ainsi comme une ventouse.
8. Comparez les pieds ambulacraires de l'Étoile de mer à ceux du Concombre de mer.



Manipulations 8 : Clé d'identification

Lors de cette étape, vous utiliserez une clé dichotomique. C'est un outil qui vous permettra d'identifier et de séparer les organismes selon certains critères anatomiques qui leurs sont propres. À chacune des étapes de la clé, vous aurez à choisir entre deux possibilités. Afin de maximiser l'utilisation de cette clé, assurez-vous de connaître les termes suivants :

Tableau 3-8-1. Le glossaire de la clé d'identification

Terme	Description
Symétrie bilatérale	Corps, cette symétrie détermine un côté droit et un côté gauche
Symétrie radiaire	Du corps. Cet animal présente généralement une forme ronde
Organisme vermiforme	Corps de forme allongée
Corps segmenté	Corps présentant une répétition de segments, d'appendices locomoteurs
Corps lisse	Corps dépourvu de segments répétitifs
Corps aplati	Corps qui, en coupe transversale, apparaît plat
Corps rond	Corps qui, en coupe transversale, apparaît rond
Animal à coquille	Animal pourvu d'un squelette externe rigide, qui forme un bloc
Animal à carapace	Animal pourvu d'un squelette externe couvrant le corps et qui présente des articulations

Vous aurez à identifier 12 spécimens à l'aide de cette clé. Inscrivez, à côté de chacun des numéros du tableau 3-6-3, le nom du spécimen, son embranchement et son sous-embranchement, s'il y a lieu. (Les embranchements sont soulignés par un seul trait et les sous-embranchements sont soulignés par deux traits)

Tableau 3-8-2. Clé d'identification des invertébrés

1a	Animaux présentant un plan de symétrie radiaire ou bilatéral	(2)
1b	Animaux sans symétrie apparente Porifère	<u>Spongiaire</u> <u>Ou Éponge</u>
2a	Animaux présentant un plan de symétrie à apparence radiaire	(3)
2b	Animaux présentant un plan de symétrie à apparence bilatérale	(5)
3a	Symétrie radiaire simple, paroi du corps lisse et flexible, présence de tentacules	(4)
3b	Symétrie pentamère, paroi du corps plus ou moins rigide ou hérissée de Pointes ou tubercules	<u>Échinoderme</u>
4a	Tentacules nombreux, disposés radialement	<u>Cnidaire</u>
4b	Tentacules peu nombreux, disposés centralement	<u>Cténophore</u>
5a	Organisme avec un squelette interne (corde dorsale ou colonne vertébrale)	Cordé
5b	Organisme sans squelette interne	(6)
6a	Organisme à peau nue ou recouvert d'une carapace	(7)
6b	Organisme recouvert d'une coquille en tout ou en partie	Mollusque
7a	Organisme vermiforme à peau nue	(8)
7b	Organisme recouvert d'une carapace	Arthropode (10)
8a	Vers à corps rond	(9)
8b	Vers à corps aplati	<u>Plathelminthe</u>
9a	Corps segmenté	<u>Annélide</u>
9b	Corps sans segmentation (lisse)	<u>Némathelminthe</u>
10a	Trois paires de pattes, peuvent présenter 1 ou 2 paires d'ailes	<u>Insecte</u>
10b	Plus de trois paires de pattes	(11)
11a	4 paires de pattes, sans antenne	<u>Chélicériforme</u>
11b	Au moins 4 paires de pattes, avec antennes	(12)
12a	Une paire d'antennes	<u>Myriapode</u>
12b	Deux paires d'antennes (1 longue et 1 courte)	<u>Crustacé</u>

Tableau 3-8-3. Identification des invertébrés

Numéro	Nom du spécimen	Embranchement	Sous-embranchement (s'il y a lieu)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Exercice supplémentaire

Complétez le tableau comparatif des embranchements d'Invertébrés qui met en évidence les ressemblances et les différences entre les principaux embranchements en tenant compte de certains caractères.

Embranchements	Mobilité	Symétrie	Système digestif	Céphalisation	Modes de Reproduction	Segmentation
Porifères						
Cnidaires						
Plathelminthes						
Rotifères						

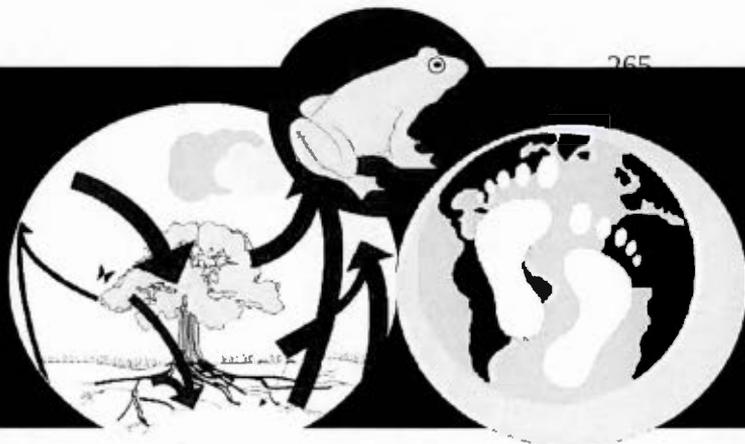
Embranchements	Mobilité	Symétrie	Système digestif	Céphalisation	Modes de Reproduction	Segmentation
Némertes						
Mollusques						
Annélides						
Nématodes						
Arthropodes						
Échinodermes						



Devoirs

- Lire la section du cahier de terrain du jour 4
- Se préparer pour la table de concertation du jour 5
- Lire le texte «Jours de marée noire»

Jour 4



Bloc 1 : Échantillonnage des macroinvertébrés

Cette activité vous permettra :

- De pouvoir identifier des macroinvertébrés benthiques à l'aide d'une clé d'identification.
- De comprendre l'importance des macroinvertébrés dans la caractérisation de l'état de santé des cours d'eau.
- De vous initier à l'utilisation de filet troubleau.
- De suivre un protocole de récolte de données.



Macroinvertébrés benthiques

L'appellation «macroinvertébrés benthiques» fait référence à des organismes dépourvus de colonne vertébrale, visibles à l'oeil nu et se retrouvant au fond des cours d'eau. Nous retrouvons, parmi ces macroinvertébrés, des insectes, des crustacés, des annélides, des mollusques, etc. Cette catégorie d'organismes se révèle être très importante pour la caractérisation du niveau de pollution d'un écosystème aquatique. Certaines de ces espèces sont plus sensibles que d'autres vis-à-vis la qualité physique, chimique et bactériologique du milieu. L'abondance et la diversité des espèces de macroinvertébrés nous permettent donc de faire certaines conclusions quant à la santé d'un écosystème aquatique. De plus, ce groupe représente un maillon très important dans la chaîne trophique d'un écosystème aquatique.



Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec
http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/guide.pdf

Protocole d'échantillonnage

Dans le cadre de cet échantillonnage, nous utiliserons la technique du filet troubleau afin d'échantillonner la section marécageuse du ruisseau Bertrand. Chaque équipe effectuera un site dans lequel elle donnera 6 coups de filet (2 par personne).



Nous suivrons le protocole suivant:

1. Repérerez votre site.
2. Vérifiez que votre filet est vide.
3. Déposez votre filet sur le fond du cours d'eau de manière à pouvoir gratter la surface (5 cm de profondeur).
 - *Effectuez le premier coup de filet au début du site (aval)
 - *Vous pourrez faire ce mouvement à partir de la berge ou dans l'eau de manière à ce que votre filet remonte le courant
4. Effectuez un coup de filet sur une distance de 30 cm en vous assurant que le filet ait en sens inverse au courant.
5. Retirez le filet de l'eau en positionnant l'ouverture du filet vers le haut.
6. Secouez légèrement le filet dans l'eau afin de laisser les fines particules de boue s'échapper.
7. Transférez le contenu du filet dans un bac en l'inversant.
 - **Rincez abondamment le filet afin de retirer tous les particules et organismes qui y sont attachés**
8. Répéter les étapes 1 à 7 cinq fois.
9. Durant 10 minutes, l'équipe devra retirer un maximum de macroinvertébrés et les trier dans d'autres bacs.
 - **Ne pas identifier les organismes tout de suite. Il faut simplement les trier selon certaines caractéristiques physiques évidentes :
 - Présence de pattes
 - Présence de queue
 - Présence de coquille
 - Le corps est en forme de ver
 - etc.
10. À l'aide de la clé d'identification, identifiez les organismes jusqu'à l'ordre (ou à la famille pour certains) en inscrivant les résultats sur la fiche d'identification (Dénombrement).
11. Transférez les organismes identifiés dans les bacs correspondant à leur famille ou à leur ordre.
12. Effectuez un dénombrement total des 5 équipes et associez l'une des caractéristiques suivantes à chacune des catégories :

- Abondant (plus de 20 individus)
- Commun (5 à 19 individus)
- Rare (1 à 4 individus)
- Absent

*** À l'aide de ces informations, nous vous transférerons par la suite l'indice de santé biologique***

Bloc 2 : Échantillonnage des poissons

Cette activité vous permettra :

- D'apprendre à identifier certaines espèces de poissons d'eaux douces à l'aide d'un livre d'identification.
- De découvrir et de manipuler certaines espèces de poissons se trouvant dans la rivière des Prairies.
- De vous initier à la technique de pêche à la senne.
- De suivre un protocole de récolte de données.
- De comprendre le rôle écologique des poissons et leur sensibilité aux perturbations de leur habitat.



Les poissons d'eaux douces

Les poissons d'eaux douces du Québec peuvent se retrouver dans la grande majorité des habitats aquatiques (lac, rivière, ruisseau, étang, marais, etc.). On dénombre actuellement 120 espèces de poissons d'eau douce au Québec qui se séparent dans 26 familles. Certains poissons peuvent résister plus facilement aux perturbations de leur habitat alors que d'autres y sont très sensibles. Les sources de perturbations pour les poissons sont la pollution, la modification des rives, la pêche intensive, l'introduction d'espèces prédatrices ou invasives. L'un des exemples les plus alarmants actuellement au Québec est l'arrivée probable de la carpe asiatique dans le fleuve St-Laurent (voir encadré).

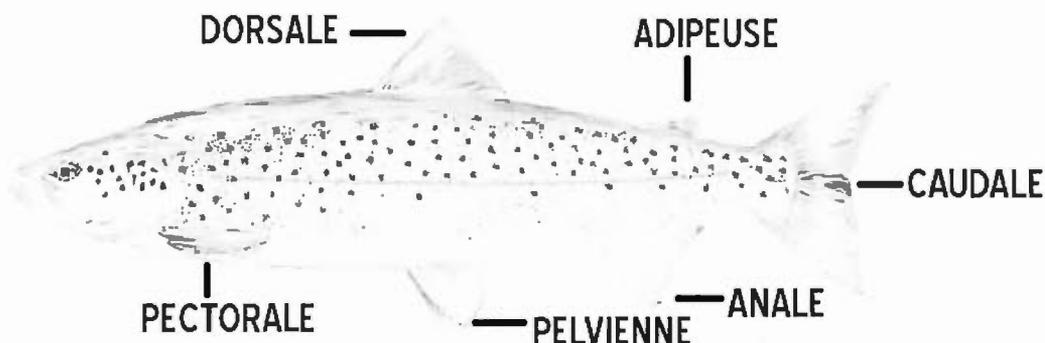


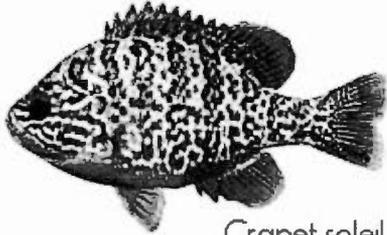
Figure 4-2-1. Les types de nageoires de l'omble de fontaine

CLUPÉIDÉ



Alose savoureuse

CENTRARCHIDÉS



Crapet soleil



Achigan à petite bouche

ICTALURIDÉS



Barbue de rivière

CATOSTOMIDÉS



Chevalier rouge

CYPRINIDÉS



Mené à queue tachée



Mené émeraude

ATHÉRINOPSIDÉS



Crayon-d'argent

PERCIDÉS



Doré jaune

LÉPISOSTÉIDÉS



Lépisosté osseux

PERCOPSIDÉS



Omisco

Figure 4-2-2. Espèces les plus abondantes dans la rivière des Prairies par famille

L'ichtyologie représente le champ d'étude s'intéressant aux poissons. Plusieurs scientifiques s'intéressent à développer le champ des connaissances concernant l'écologie, la répartition, la physiologie, la génétique et la conservation des poissons.

Plusieurs techniques peuvent être utilisés pour analyser les espèces de poissons se trouvant dans un écosystème aquatique. Lors de cette activité, nous nous intéresserons particulièrement à une technique, la senne. La pêche à la senne consiste à attraper des poissons en les entourant à l'aide d'un grand filet dont la section supérieure possède des flotteurs et la section inférieure des poids.

Nous tenterons d'identifier les poissons jusqu'à l'espèce. Chaque famille possède des caractéristiques qui leur sont propres. Vous pourrez utiliser les quelques images ci-dessus d'espèces les plus abondantes dans cette rivière pour vous aider ainsi que le lexique des types de nageoires.



Carpe asiatique menace possible pour les Grands Lacs

Les carpes asiatiques regroupent quatre espèces de carpes, soit la carpe à grosse tête, la carpe argentée, la carpe de roseau et la carpe noire. Ces espèces sont originaires de régions de la Chine et de la Russie. Ces espèces avaient été introduites dans le sud des États-Unis à des fins aquacoles et ont fini par envahir une grande partie du réseau hydrographique. Elles représentent une forte menace pour les écosystèmes aquatiques considérant qu'elles sont capables de consommer de 5 % à 20 % de leur poids chaque jour (pression sur les organismes animaux et végétaux) et qu'elles peuvent s'établir dans un habitat jusqu'à représenter 80 % de la biomasse (Prolifération rapide). Les espèces effectuent tranquillement une remontée vers le nord et pourraient possiblement atteindre les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent. (Pêches et Océans Canada)

Protocole d'échantillonnage

Nous utiliserons le protocole suivant pour effectuer l'échantillonnage.



1. Remplissez une piscine d'eau provenant de la rivière sans pénétrer dans le site d'échantillonnage.
2. Assignez une personne qui devra enfile une paire de bottes-salopette et diriger le filet dans l'eau
3. Commencez la sortie du filet du bac de transport.

****La personne désignée tient l'extrémité flottante dans l'une de ses mains et insère la boucle de l'extrémité plombée sur un pied****

4. La personne désignée avance dans l'eau perpendiculairement à la rive.

**** La personne effectuant cette tâche devra s'assurer que la boucle plombée reste accrochée à son pied****

5. Lorsque le filet est totalement déployé dans l'eau, une personne sur la berge prend l'extrémité flottante dans sa main et insère la boucle de l'extrémité plombée à son pied. La personne avance jusqu'à la limite de l'eau et reste sur place.
6. La personne se trouvant dans l'eau tourne à 90° afin d'être parallèle à la rive.
7. Elle avance jusqu'à ce qu'elle ait parcouru une distance équivalente à la moitié de la longueur du filet.

**** Une troisième personne pourrait se déplacer dans l'eau près de l'ouverture du filet pour attirer les poissons à l'intérieur de celui-ci****

8. La personne dans l'eau tourne à 90° afin de ramener le filet vers la rive. La personne sur la rive commence à ramener tranquillement le filet en tirant sur les deux extrémités en même temps.
9. La personne dans l'eau se déplace de façon à rejoindre tranquillement la personne sur la rive et ainsi fermer la boucle.

10. Une fois les deux extrémités du filet réunies, une personne s'assure de maintenir les deux extrémités plombées ensemble sur le sol, tandis que d'autres personnes tirent sur le filet par les extrémités flottantes.

11. Ramenez complètement le filet à la berge et conservez une section dans l'eau.

**** Cette poche contiendra les poissons****

12. Retirez les poissons de la poche à l'aide de filets et transférez-les dans les piscines.

13. Dénombrez et identifiez les poissons à l'espèce.

**** Une personne devra être responsable de la prise de note****

14. Remettez à l'eau les poissons

15. Rincez le filet et remettez-le dans le bac

Bloc 3 : Laboratoire sur les vertébrés

Cette activité vous permettra :

- De différencier les classes de Vertébrés en vous appuyant sur différentes caractéristiques physiques.
- D'observer les caractéristiques du système de soutien des différentes classes de Vertébrés.
- D'identifier les structures du système respiratoire des différentes classes de Vertébrés.
- De différencier les cœurs des différentes classes de Vertébrés.

Vous devrez effectuer chacune des stations où vous pourrez manipuler, observer et analyser le matériel ainsi que les organismes présents en suivant le protocole décrit ci-dessous.

Protocole



Station 1 : Les téguments.

Observez chacun des spécimens mis à votre disposition et répondez aux questions suivantes :

- Quel est le tégument prédominant (écaille, poil, plume, griffe, ongle) pour chaque animal (Lièvre, oiseaux, couleuvre, crapaud, poisson) ? Ce tégument recouvre-t-il l'animal totalement ou partiellement ? Insérer les réponses dans le tableau 4-3-1.
- Observez la couleur de la fourrure du lièvre. Cette espèce change de fourrure de façon saisonnière. Elle passe du gris brun en été à blanc en hiver. Quels seraient les avantages d'une telle adaptation ?

- Observez le plumage des différents oiseaux naturalisés. Quels seraient les avantages d'un tel plumage pour les différentes espèces?
- Observez l'exuvie du reptile. Il s'agit de l'ancien tégument de la couleuvre qu'elle a retiré lors de sa croissance afin de laisser place à une nouvelle couche d'écaille. Pourriez-vous nommer un autre groupe d'organismes vivants, où le processus de la mue s'effectue au cours de leur développement?

Station 2 : La forme du corps, les membres et la locomotion

Observez chacun de spécimens mis à votre disposition et répondez aux questions suivantes :

- Décrivez la forme du corps des différents animaux. Y a-t-il présence de cou, de queue...? Insérer les réponses dans le tableau 4-3-2.
 - Observez les différences de forme entre les deux types d'espèces présentés pour chacune des classes.
- Combien y a-t-il de paires de membres? Y a-t-il des membres impairs? Insérez les réponses dans le tableau 4-3-2.
- Comment les animaux se déplacent-ils ? Insérez les réponses dans le tableau 4-3-2.



Station 3 : Le squelette

Observez les différents squelettes mis à votre disposition. Complétez le tableau 4-3-1 à l'aide des questions suivantes :

1. Le type de squelette.

Est-ce un endosquelette ou un exosquelette, osseux ou cartilagineux? Le crâne est-il mobile? La colonne vertébrale se prolonge-t-elle après l'anus? Y a-t-il des dents?

2. La cage thoracique.

Est-ce que les côtes sont attachées à la colonne vertébrale et au sternum (côtes soudées)? Est-ce que les côtes sont libres ?

3. Position des membres.

En vous aidant des schémas montrant la position des membres par rapport à l'axe de l'individu (Fig. 12-15), classez les différents squelettes qui sont devant toi. Quels avantages ont-ils les uns par rapport aux autres ?

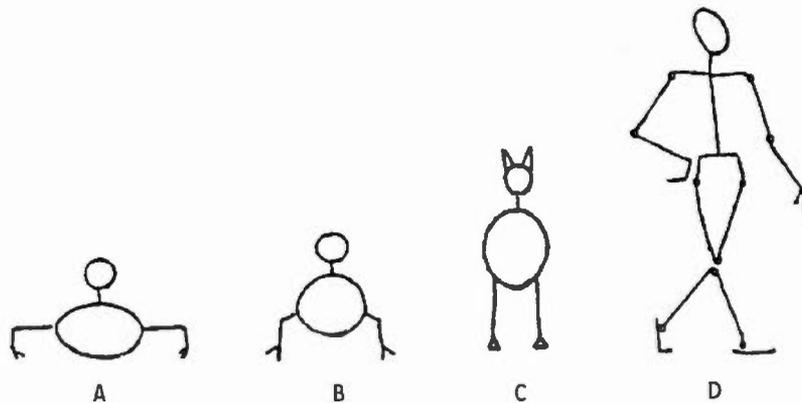


Figure 4-3-1 : La position des membres

A : Amphibiens ; B : Reptiles ; C : Oiseaux et Mammifères quadrupèdes ; D : Mammifères bipèdes.
Suspension molle (A et B) ; suspension dure (C et D).

Tableau 4-3-1. Résumé du squelette et des téguments des vertébré

Classes		Téguments	Type de Squelette	Cage Thoracique
Poissons	Cartilagineux			
	Osseux			
Amphibiens	Urodèles			
	Anoures			
Reptiles	Lézard			
	Serpent			
	Tortue			
Oiseaux				
Mammifères	Quadrupède			
	Bipède			

Tableau 4-3-2. Résumé du système de soutien et respiratoire des vertébrés

Classes		Mode de Locomotion	Membres	Branchies / Poumons	Type respiration
Poissons	Cartilagineux				
	Osseux				
Amphibiens	Urodèles				
	Anoures				
Reptiles	Lézard				
	Serpent				
	Tortue				
Oiseaux					
Mammifères	Quadrupède				
	Bipède				

Station 4 : La respiration



Que se passe-t-il lorsque nous, Mammifères, respirons ?

Lorsque nous inspirons, nous faisons pénétrer de l'oxygène dans nos poumons. Cet oxygène traverse les tissus pulmonaires et est capté par les globules rouges du sang. Ces derniers voyagent dans l'organisme et vont nourrir en oxygène les cellules. Ces dernières rejettent des déchets et, en particulier, du gaz carbonique. Le gaz carbonique est capté par le sang, retourne aux poumons et est expulsé à l'extérieur. Les deux gaz suivent le même cheminement pour les animaux qui ont des branchies.

Les Poissons

Les Poissons respirent grâce à des branchies ; chez les Poissons osseux, elles se trouvent derrière la tête et sont recouvertes par un os, l'opercule ; les branchies sont groupées dans une chambre commune. Chez les Poissons cartilagineux, l'arrangement des branchies est fort différent ; elles s'ouvrent sur le milieu extérieur par cinq ouvertures, les fentes branchiales.

Les branchies proprement dites sont des replis de l'épithélium de la chambre branchiale, c'est-à-dire une couche mince de cellules de surface permettant les échanges gazeux. Chaque branchie est fortement irriguée ; on y retrouve une artère afférente (celle qui amène le sang) et une artère efférente (celle qui retourne le sang).

Chez les Poissons osseux, le mécanisme de la respiration est simple. La dilatation du pharynx aspire l'eau par la bouche, alors que les opercules sont fermés. La contraction du pharynx chasse l'eau vers les branchies, alors que la bouche est fermée et les opercules, ouverts.

Chez les Poissons cartilagineux, le mécanisme de la circulation d'eau à travers les branchies est également assez simple. Lorsque le pharynx se dilate, il crée un vide : les rebords externes des septums viennent s'appliquer sur les fentes branchiales empêchant l'eau de rentrer ; l'eau va donc être aspirée par la bouche ouverte. Le poisson ferme alors la bouche, contracte son pharynx : l'eau est alors expulsée à travers les branchies vers l'extérieur.

Les Amphibiens

On trouve chez les Amphibiens plusieurs organes respiratoires : la peau, la cavité buccale, les branchies externes, les branchies internes et les poumons.

La respiration cutanée est très importante chez les Amphibiens ; elle est même plus importante que la respiration pulmonaire chez l'adulte. La peau est en effet nue, humide et très vascularisée. L'animal peut également respirer par sa cavité buccale. Il remplit sa bouche d'air ou d'eau et les échanges gazeux se produisent à travers la muqueuse buccale.

Les branchies externes se trouvent chez certains adultes, mais surtout chez les larves de Salamandres et de Tritons et dans les premiers stades de développement des Grenouilles. Les larves possèdent en effet des fentes branchiales séparées par des arcs branchiaux. Les branchies internes sont particulières aux têtards de Grenouilles.

Les Reptiles

Chez les Reptiles, la respiration est pulmonaire, bien que les poumons ne soient pas très développés. Chez les Serpents, le poumon gauche est même atrophié.

Les Oiseaux

Les Oiseaux présentent un système respiratoire assez particulier lié aux exigences métaboliques élevées lors du vol. Associés aux conduits aériens des poumons, on trouve cinq paires de sacs aériens qui se logent dans les cavités de l'organisme et même jusque dans les os. Ces sacs constituent une réserve d'air disponible pour les échanges gazeux et ils diminuent la densité de l'oiseau.

Les Mammifères

Chez les Mammifères, on trouve le véritable poumon avec ses lobes, ses bronches et ses alvéoles qui lui donnent une immense superficie d'échange.



Compilez vos observations dans le tableau 4-3-2.

1. Les Poissons

Observez le poisson cartilagineux et le poisson osseux. Localisez les branchies chez chacun des spécimens. Y a-t-il un opercule ou des fentes branchiales? Notez sur le modèle de poisson osseux, la présence d'une vessie natatoire. D'après vous à quoi sert-elle?

2. Les Amphibiens

Observez les différents spécimens, ces animaux respirent-ils par des branchies, par des poumons, par la peau, ... ? Sur le spécimen disséqué, localisez les poumons ; notez leur taille.

3. Les Reptiles

Observez les poumons de la Tortue et du Serpent disséqués, sont-ils lobés?

4. Les Oiseaux

Observez les poumons du Pigeon disséqué, sont-ils lobés ?

5. Les Mammifères

Observez les poumons du Rat disséqué, sont-ils lobés ? Quels avantages cette immense superficie d'échanges apporte-t-elle par rapport au mode de vie des Mammifères, comparativement aux autres classes ?

Station 5 : Le système circulatoire



Les Vertébrés sont caractérisés par un système circulatoire fermé : le sang est propulsé par une pompe unique, le cœur, et voyage dans des vaisseaux sanguins, les artères et les veines.

Par convention, on appelle un sang riche en oxygène et pauvre en gaz carbonique, un sang rouge ; c'est un sang qui a été enrichi en oxygène et appauvri en gaz carbonique lors de son passage au niveau des branchies ou des poumons ; ce sang sera distribué aux cellules de carbonique et pauvre en oxygène ; il a accumulé du gaz carbonique et cédé

son oxygène lors de son passage au niveau des cellules ; ce sang devra passer aux branchies ou aux poumons pour se débarrasser de son gaz carbonique et s'enrichir en oxygène. Dans les lignes qui suivent, l'expression « sang mélangé » fera référence à un sang rouge mêlé à un sang bleu.

Les Poissons

Chez les Poissons, le coeur est formé des deux cavités (oreillette et ventricule) alignées les unes à la suite des autres (Figure 4-3-2), quoique chez l'adulte, ces cavités peuvent se placer les unes au-dessus des autres, car le coeur s'est replié. Le coeur reçoit le sang venant des organes par le sinus veineux ; puis, il passe dans l'oreillette et le ventricule ; de là, il sera chassé vers les branchies en passant par le cône artériel.

Au niveau des branchies, le sang sera enrichi en oxygène et débarrassé de gaz carbonique ; ce sang ira irriguer les organes avant de retourner au coeur. Cette circulation est qualifiée de circulation simple, car le sang ne passe qu'une fois par le coeur lors d'un cycle cardiaque.

Les autres Vertébrés sont caractérisés par une double circulation ; le sang va vers les poumons puis revient au coeur ; du coeur, il est poussé vers les organes, puis il revient au coeur. Ainsi, lors d'un cycle cardiaque, le sang passe deux fois par le coeur.

Les Amphibiens

Chez les Amphibiens, nous trouvons deux oreillettes et un ventricule (Figure 4-3-2). Cette situation anatomique conduit à la présence de sang mélangé dans le ventricule. Ce sang mélangé est propulsé par le ventricule dans tout l'organisme. Cette situation est moins critique qu'on pourrait le croire, car le principal mode de respiration chez les Amphibiens est cutané.

Les Reptiles

Les Reptiles marquent un progrès dans le cloisonnement du ventricule (Figure 4-3-2) ; ce cloisonnement est presque total chez les Crocodiliens.

Les Oiseaux et les Mammifères

Chez les Oiseaux et les Mammifères, le ventricule est totalement cloisonné ; en fait, il y a deux ventricules (Figure 4-3-2). Nous observons deux oreillettes et deux ventricules. Le coeur droit reçoit le sang provenant des organes et le propulse vers les poumons où il est purifié. Le sang revient au coeur gauche, lequel le propulse vers les organes : les organes reçoivent un sang riche en oxygène. Cela est essentiel pour des organismes à métabolisme élevé.

Nous avons porté notre attention sur l'évolution des coeurs de Vertébrés ; il faut être conscient que l'appareil vasculaire, l'ensemble des artères et des veines, a également subi une série de transformations. Cette évolution du système circulatoire a suivi l'évolution du système respiratoire.



Observez les différents modèles de coeurs. Complétez le tableau 4-3-3 (à l'aide des questions suivantes.)

1. Les cavités.

Combien y a-t-il de cavités pour chacun des coeurs ? Comptez le nombre d'oreillettes et de ventricules. Les cavités sont-elles bien séparées ?

2. Le mélange du sang.

Que pouvez-vous dire du mélange des sangs bleu et rouge pour chaque classe ?

3. Colorez les coeurs de la figure 4-3-2 en utilisant le symbolisme suivant : la couleur rouge représente le sang riche en oxygène et pauvre en gaz carbonique ; la couleur bleue témoigne d'un sang riche en gaz carbonique et pauvre en oxygène ; la couleur mauve.

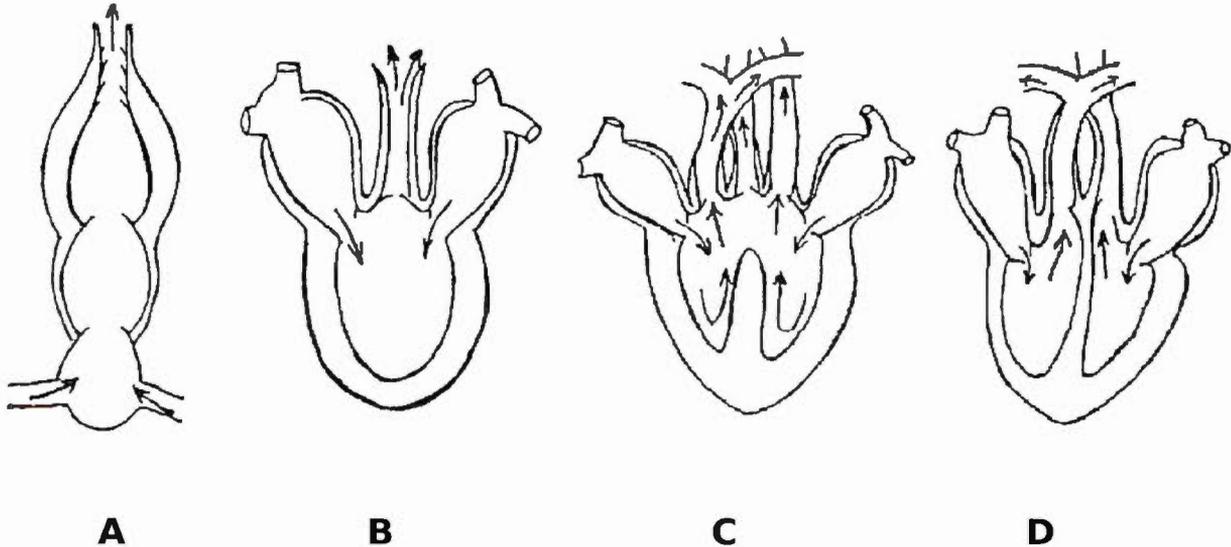


Figure 4-3-2 : Les coeurs des Vertébrés A : Poissons ; B : Amphibiens ; C : Reptiles ; D : Oiseaux et Mammifères 1 : Cône artériel ; 2 : Sinus veineux. d : droite ; g : gauche ; o : oreillette ; v : ventricule.

Tableau 4-3-3. Tableau résumé des systèmes circulatoires

Classes	Cavités	Mélange du sang
Poissons		
Amphibiens		
Reptiles		
Oiseaux		
Mammifères		

Bloc 4 : Cours d'introduction à l'écologie

Cette activité vous permettra:

- De définir les concepts de communauté et d'écosystème.
- D'apprendre les différents types de relations possibles entre les organismes vivants.
- De comprendre le cycle de l'eau et du carbone.
- De vous familiariser avec les concepts de biodiversité, de perturbation et d'équilibre.
- De développer une vision systémique de l'environnement.



La racine latine du mot écologie est composée de «*oikos*» qui signifie «maison» et de «*logos*» qui signifie «science de». Cette traduction du mot fait référence à des éléments très importants de l'écologie, car **ce champ de la science s'intéresse à l'étude des interactions entre les organismes vivants et avec leur milieu de vie** (maison).

Toutefois, l'écologie représente un domaine d'étude très large qui peut être abordé sous différents angles. Dans le cadre de cette activité, nous aborderons particulièrement l'écologie des communautés et l'écologie des écosystèmes.

Communauté

Il existe différentes échelles d'observation en écologie pour étudier le monde du vivant. L'un des concepts utilisés pour caractériser un milieu est la notion de communauté que nous pouvons aussi appeler biocénose. **La communauté représente l'ensemble des interactions biotiques (du vivant) d'un milieu donné, ce qui inclut les relations entre les organismes d'une même espèce (intraspécifique) ou de différentes espèces (interspécifique).** Ces liens peuvent se produire en relation à l'alimentation, l'habitat, la reproduction, la régulation physiologique et bien d'autres.

Au niveau de l'alimentation, nous pouvons caractériser les relations entre les organismes par une structure trophique. Cette structure est bien souvent appelée chaîne alimentaire, toutefois il existe une circularité au sein de ce système qui recycle la matière organique. Ce cycle pourrait être séparé en 3 catégories qui sont les **décomposeurs, les producteurs et les consommateurs**. La catégorie des décomposeurs comprend des organismes, tels que des eumycètes ou des procaryotes, pouvant consommer de la matière organique morte et la transformer en matière inorganique.

Les producteurs comprennent quant à eux les organismes autotrophes, c'est-à-dire capables de transformer la matière inorganique en matière organique, soit à l'aide de l'énergie du soleil (photoautotrophe) ou de l'oxydation de certaines substances (chimioautotrophe).

Finalement, les consommateurs représentent les organismes se nourrissant de matières organiques vivantes (hétérotrophe). Ces derniers peuvent être classifiés comme consommateurs primaires (herbivores) ou comme consommateurs secondaires, tertiaires et quaternaires (carnivores). Toutefois, il est à noter qu'une espèce peut se situer dans plusieurs de ces catégories puisque les relations alimentaires représentent un réseau bien complexe au sein de la communauté.

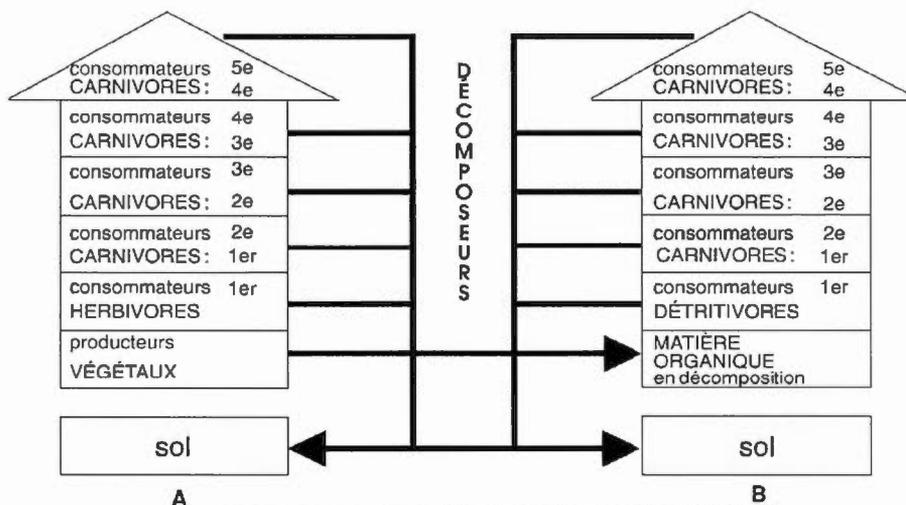


Figure 4-4-1 : Les chaînes alimentaires

A : Chaîne basée sur les végétaux vivants ; B : Chaîne basée sur la matière organique morte.

Dans une communauté, il existe une grande diversité de relations entre les organismes vivants qui peuvent entraîner des conséquences autant négatives que positives chez l'une ou l'autre des parties. Nous analyserons certaines de ces interactions en indiquant les conséquences de la relation chez chacun des organismes (favorable, défavorable ou neutre) et un exemple concret de ce type de relation.

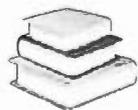
Tableau 4-4-1. Types de relations au sein d'une communauté

Type de relation	Individu A (+, - ou Ø)	Individu B (+, - ou Ø)	Exemple
Compétition			
Mutualisme			
Commensalisme			
Parasitisme			

Écosystèmes

La notion d'écosystème représente un angle d'analyse plus complexe que celle de communauté puisqu'elle intègre les organismes vivants dans le milieu abiotique (non-vivant). Il est donc non seulement question des interactions entre les organismes vivants, mais aussi avec les différents facteurs abiotiques (biotope), tels que la température, l'eau, la lumière, le vent, le type de substrat, etc.

Nous analyserons deux cycles biogéochimiques qui sont le cycle de l'eau et le cycle du carbone.



Campbell, N. et coll. (2012). *Biologie (4e édition)*. Montréal: ERPI, 1457p.

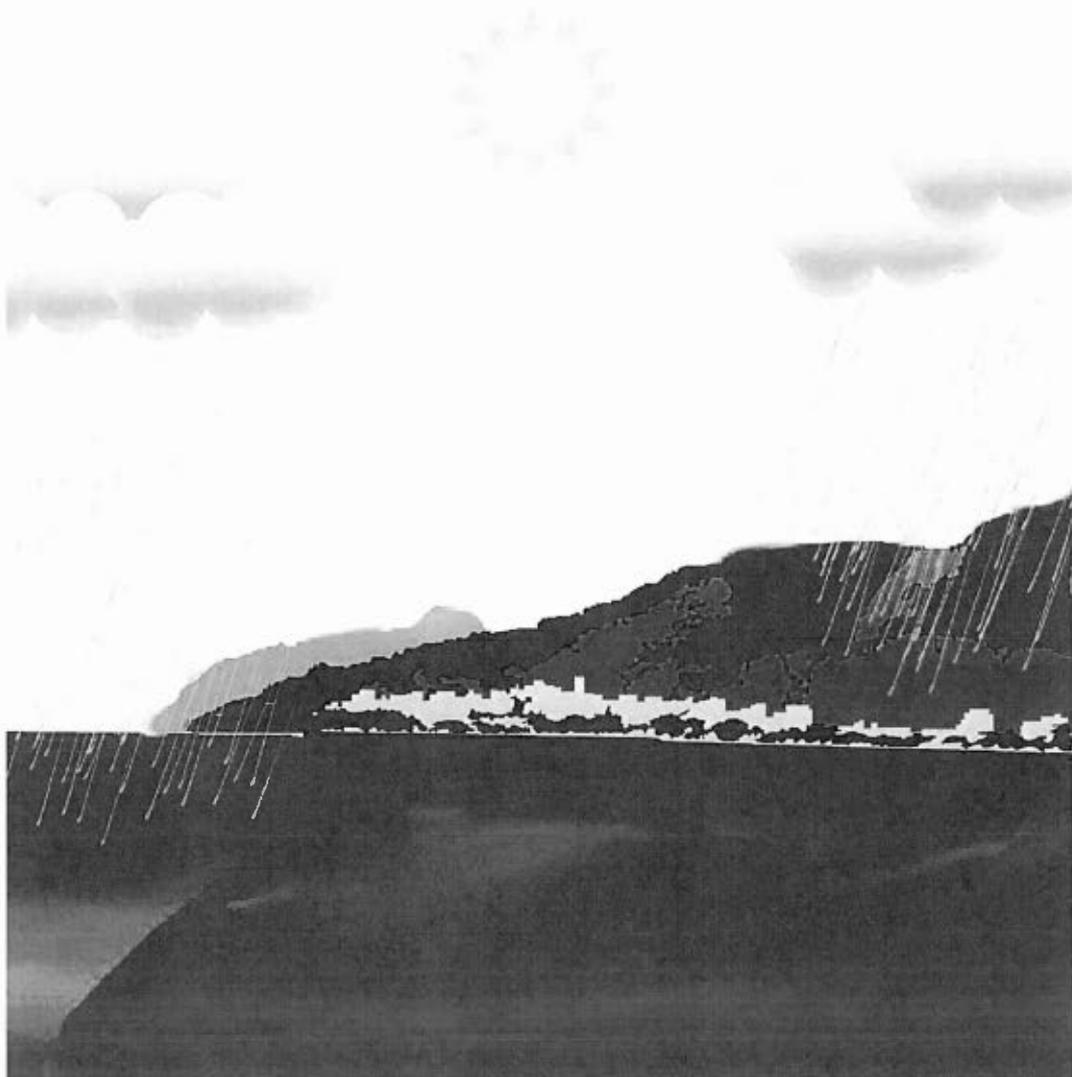


Figure 4-4-2. Cycle de l'eau à compléter

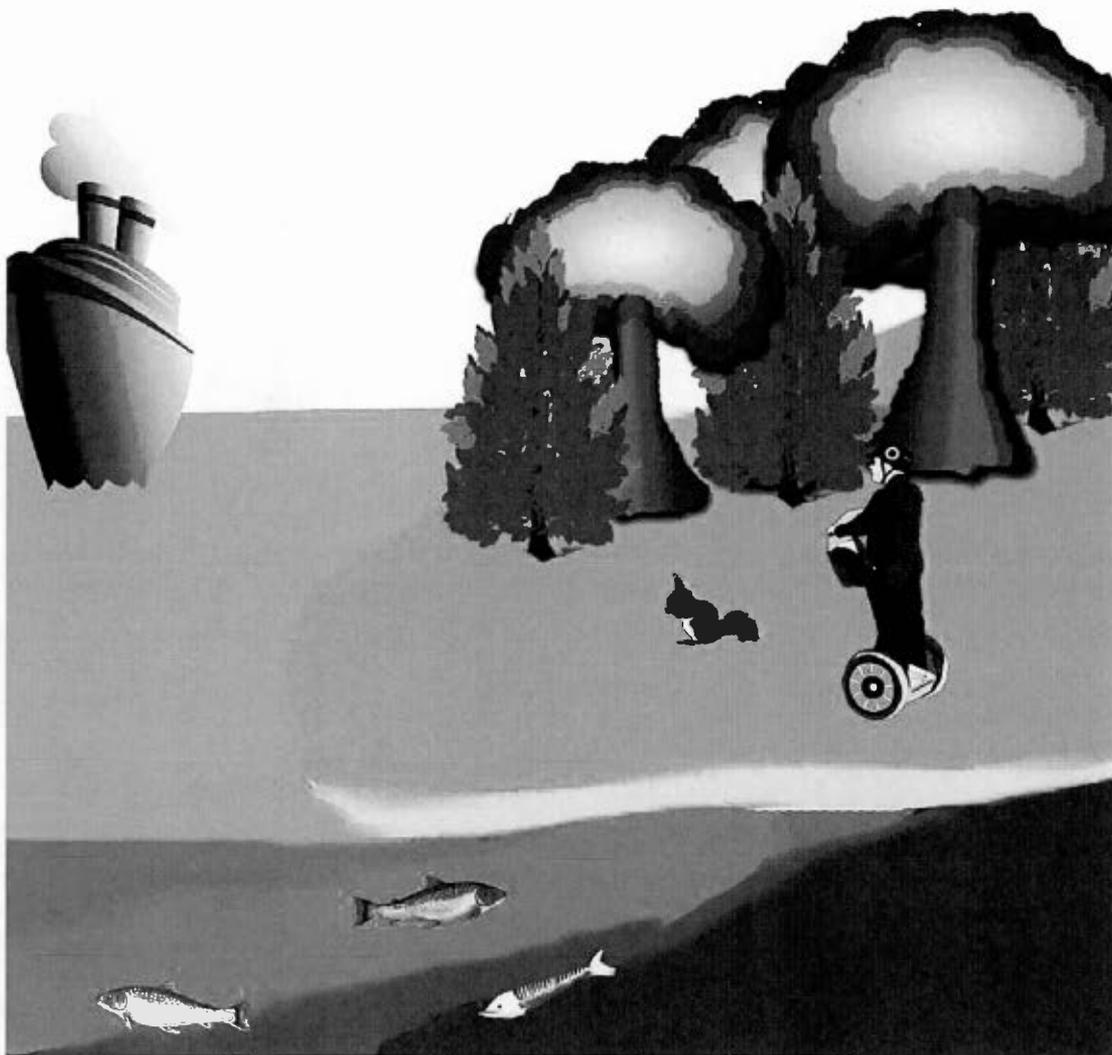


Figure 4-4-3. Cycle du carbone à compléter

Afin de vous exercer à développer cette perspective écosystémique, vous devrez à partir du schéma ci-dessous identifier toutes les relations que vous observez entre les éléments biotiques et abiotiques.



Biodiversité

La biodiversité représente un concept difficilement définissable considérant qu'elle possède plusieurs composantes qui sont intrinsèquement reliées à différentes échelles. Les trois composantes habituellement décrites sont la :

- Diversité génétique (Diversité des gènes dans une population)
- Diversité spécifique (Diversité des espèces dans un écosystème)
- Diversité écosystémique (Diversité des communautés et des écosystèmes dans un paysage)

Pourquoi la biodiversité est-elle si importante?

- Une plus grande diversité permet aussi une plus grande résilience et résistance envers les perturbations. Par exemple, un hectare d'une monoculture de choux est beaucoup plus facilement perturbé et instable qu'un hectare de la forêt amazonienne contenant plusieurs millions d'organismes ayant développé un réseau d'interactions très complexe.
- Dans une perspective centrée sur l'humain, la conservation de la biodiversité permet de conserver les services écosystémiques qui sont essentiels à notre survie, telle que la pollinisation des cultures, la filtration de l'eau et de l'air, la fertilité des sols, etc.



Campbell, N. et coll. (2006). *Biologie (3e édition)*. Montréal: ERPI, 1334p.

Notes

Perturbations

Le concept de perturbation représente un élément très important dans le domaine de l'écologie et de l'environnement. Considérant que l'être humain agit comme un agent perturbateur significatif au sein de son milieu, il est essentiel de se questionner sur cette notion. Qu'est-ce qu'une perturbation? Est-ce nécessairement mauvais qu'un écosystème soit perturbé?

Une perturbation est un évènement entraînant un déséquilibre dans le fonctionnement ou la composition d'une communauté ou d'un écosystème.

Ex: Feux de forêt, inondations, sécheresses, espèces invasives, déversement de polluants, coupe à blanc, etc.

Ces perturbations peuvent donc entraîner des déséquilibres au sein des écosystèmes. Toutefois, l'aspect positif ou négatif de ces évènements dépend de la perspective que l'on prend. Un feu de forêt peut sembler effroyable si l'on imagine la mère d'un petit cerf de Virginie mourir, toutefois cet évènement peut permettre à l'épinette noire de libérer ses semences (voir encadré du jour 2). Des perturbations de niveau intermédiaire et à intervalle modéré peuvent même favoriser une plus grande diversité spécifique. Par contre, des perturbations de haute gravité et récurrentes peuvent entraîner une perte de biodiversité.

Il est donc important de voir les écosystèmes non pas comme des systèmes figés dans le temps qui sont en équilibre parfait, mais comme des **systèmes complexes et dynamiques** qui recherchent un équilibre. Le **déséquilibre d'un écosystème** peut se percevoir dans la composition des communautés, dans le cycle des nutriments, dans le cycle de l'énergie, etc. Le schéma du bol et de la balle permet de représenter ce déséquilibre. La balle représenterait l'état d'équilibre du système qui cherche à revenir au milieu du bol. Toutefois, plusieurs évènements perturbateurs font en sorte qu'elle reste en déséquilibre.

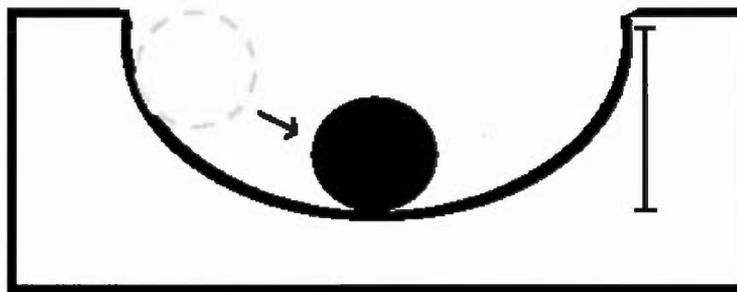
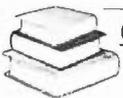


Figure 4-4-4. Concept du bol et de la balle pour représenter le déséquilibre des écosystèmes

Le système tend à revenir à son point (état) d'équilibre à la suite d'une perturbation.



Gunderson, L. H. (2000). Ecological Resilience--In Theory and Application. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(2000), 425-439.

Le prochain exercice vous permettra d'appliquer plus concrètement ces notions de perturbations.

Exercice de mise en situation

Préalable pour l'exercice : Lire le texte «Jours de marée noire»

Vous devrez souligner les différents déséquilibres pouvant se dérouler dans l'écosystème du marais si un déversement de pétrole se produisait dans le ruisseau Bertrand.



Notes:

Bloc 5 : Introduction aux sciences de l'environnement

Cette activité vous permettra :

- De vous initier aux sciences de l'environnement
- Comprendre l'importance et la complexité des enjeux environnementaux sur l'île de Montréal.
- D'apprendre à identifier les différentes composantes des problématiques environnementales et leurs relations.
- De développer une vision systémique des problématiques environnementales



Les problématiques environnementales représentent l'objet d'étude des sciences de l'environnement. Cette branche de la science a émergé de la nécessité d'**intégrer plusieurs disciplines provenant autant des sciences sociales que des sciences naturelles** afin d'être en mesure d'analyser et d'apporter des solutions aux différentes problématiques environnementales modernes, comme l'injustice environnementale, la perte de biodiversité et les changements climatiques. Les sciences de l'environnement permettent la rencontre de disciplines, telles que les sciences politiques, la sociologie, l'économie, l'écologie, les sciences de la terre, la géographie, la géologie et la climatologie autour de problématique qui leur sont communes.

La notion de problématique implique généralement des enjeux, soit des gains ou des pertes possibles pour certaines parties prenantes. L'appréhension d'une problématique diffère selon les parties prenantes puisqu'elles n'ont pas nécessairement les mêmes objectifs ou le même cadre de références. Ces motivations à l'action sont cadrées, délimitées par des contraintes différentes qui peuvent être d'ordre économique, social, politique, etc.

Il est donc important dans une problématique de savoir analyser les différents éléments qui la composent afin d'en faire ressortir les relations, les influences et les conséquences.

Nous tenterons dans la prochaine activité d'analyser certaines problématiques environnementales propres à la ville de Montréal.



Deleage, E. (2004). Disciplinarité et construction interdisciplinaire du savoir sur l'environnement. *Desenvolvimento E Meio Ambiente*, 10, 53-58. Récupéré de:

<http://revistas.ufpr.br/made/article/viewFile/3093/2474>

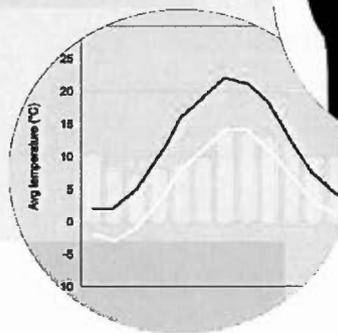
Devoirs

- Lire la section du cahier de terrain du jour 5
- Se préparer pour la table de concertation de demain

Devoir facultatif :

- Lire le texte «Approaching a state shift in Earth's biosphere»

Jour 5



Bloc 1 : Atelier communication scientifique

Cette activité vous permettra de:

- Vous initier aux rudiments de la communication scientifique.
- Comprendre l'importance de la communication et de la vulgarisation scientifiques.
- Découvrir des projets de communication scientifique en environnement.

Notes :

Bloc 2 : Cours sur les changements climatiques

Cette activité vous permettra:

- D'analyser la situation climatique actuelle.
- D'apprendre sur les causes, les conséquences et les incertitudes des changements climatiques.
- D'entrevoir les solutions possibles vis-à-vis les changements climatiques.

Notes:

Bloc 3 : Table de concertation

Cette activité vous permettra :

- D'analyser les rôles, valeurs et interactions des différentes parties prenantes dans le débat sur l'oléoduc Énergie Est.
- D'apprendre à construire des arguments pertinents et cohérents au sein d'une position.

De développer un esprit critique vis-à-vis les différentes positions dans une situation présentant des enjeux environnementaux.

Déroulement de la rencontre

Cette discussion sera une mise en situation, mais aussi un jeu de rôle. Vous devrez donc jouer le jeu et prendre les positions du rôle qui vous aura été donné. Le débat tournera autour du projet Énergie Est et particulièrement sur la section du projet qui touchera l'île de Montréal. Vous devrez donc préparer un argumentaire qui respecte l'opinion réelle du groupe qui vous aura été assigné. La situation à débattre est celle présentée dans la section «problématique environnementale» du jour 1. Vous devrez donc discuter sur le sujet de la mise en oeuvre du projet Énergie Est. En préparation à l'activité, vous devrez désigner 1 ou 2 personnes de l'équipe comme porte-paroles. Ces personnes pourront s'exprimer lors de la discussion et transmettre les arguments développés par l'équipe. Les personnes qui ne seront pas porte-parole pourront agir à titre de conseiller.ère.s. La table de concertation se déroulera en quatre actes où chaque équipe pourra discuter et défendre les positions et les intérêts de son parti.

1. **Période d'introduction** : Chaque partie pourra présenter durant 2 minutes sa position et ses principaux arguments (vous n'êtes pas obligé de vendre vos meilleurs arguments d'entrée de jeu).
2. **Face à face** : À tour de rôle, l'animatrice de la discussion demandera à deux parties de discuter ensemble du sujet.
3. **Discussion libre**: Cette période permettra à tous les partis de discuter ensemble sur le sujet de manière libre. L'animatrice agira à titre de modératrice dans la discussion. Vous devrez prendre un tour de parole pour faire une intervention.
4. **Conclusion** : Chaque équipe disposera de deux minutes pour conclure. L'équipe pourra se servir des différents éléments apportés durant le débat pour conclure sur de nouvelles remarques et réflexions.

Les interventions permises seront **courtes et le temps sera contrôlé de façon **stricte**.

**Les équipes doivent impérativement préparer leurs porte-paroles et s'exercer à livrer des messages concis.

**Il y aura une pause de concertation entre les membres de l'équipe avant la conclusion.

Les parties prenantes

L'Office national de l'énergie et le Gouvernement du Canada

L'Office national de l'Énergie est un organisme gouvernemental fédéral qui réglemente les aspects internationaux et interprovinciaux dans les secteurs du pétrole, du gaz et de l'électricité. Il autorise, réglemente et inspecte les oléoducs interprovinciaux. Dans le cadre du projet d'oléoduc Énergie Est, l'organisme représente un acteur central, car il possède d'importants pouvoirs pour appliquer la loi. L'ONÉ devra évaluer le projet autant sur le plan social qu'environnemental et devra émettre ses recommandations au gouvernement fédéral. Le gouvernement fédéral pourra par la suite émettre son jugement final sur le projet.

Liens externes :

<http://www.one-neb.gc.ca/pplctnflng/mjrpp/hrgyst/index-fra.html>

<http://affaires.lapresse.ca/economie/energie-et-ressources/201606/16/01-4992520-lone-lance-officiellement-le-xamen-du-projet-energie-est.php>

<http://ici.radio-canada.ca/régions/alberta/2016/06/16/003-energie-est-oleoduc-pipeline.shtml>

Notes :

TransCanada

TransCanada est une entreprise canadienne oeuvrant dans le secteur de l'énergie. Il a été connu pour son précédent projet d'oléoduc Keystone XL transportant du pétrole albertain vers les États-Unis. À travers le projet Énergie Est, l'entreprise vise à rendre les raffineries de l'est du Canada indépendantes nationalement au niveau de leur importation de pétrole. De plus, TransCanada porte plusieurs arguments économiques pour la mise en oeuvre du projet d'oléoduc. Les intrants financiers du projet permettraient potentiellement de générer plusieurs milliards de revenus en recettes fiscales. Il mentionne aussi que le projet engendrerait la création de milliers d'emplois dans différentes provinces du pays. L'organisme se défend aussi de pouvoir développer son projet de façon sécuritaire et respectueuse de l'environnement.

Liens externes : <http://www.oleoducenergieest.com/>

<http://www.transcanada.com/oleoduc-energie-est.html>

Notes:

Fédération des chambres de commerce du Québec (FCCQ) et «coalition en appui au projet Énergie Est»

La FCCQ est un regroupement de chambres de commerce et d'entreprises du Québec. Ces entreprises et gens d'affaires exercent leurs activités dans tous les secteurs de l'économie et sur l'ensemble du territoire québécois. La fédération tend à soutenir et défendre les intérêts du secteur économique québécois. Dans le cadre du projet Énergie Est, la FCCQ s'est regroupée avec différentes organisations afin de créer la «coalition en appui au projet Énergie Est». Cette coalition regroupe entre autres le Conseil du patronat du Québec, l'Association de la construction du Québec, l'Association des firmes de génie-conseil et l'Association des constructeurs de routes et grands travaux. Ce groupe défend les avantages économiques et sociaux que pourrait amener le projet d'oléoduc au Québec. La coalition souligne que l'économie du Québec a besoin de ces nouvelles ressources pour assurer un approvisionnement en pétrole stable.

Liens externes : <http://www.fccq.ca/>

<https://ccisom.ca/coalition-en-appui-au-projet-energie-est/>

http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/consultation/oleoducTranscanada/M110_OLEODUC_C_FCCQ.pdf

Notes:

La Communauté métropolitaine de Montréal

La Communauté métropolitaine de Montréal est un organisme regroupant 82 municipalités de la grande région de Montréal. La CMM possède des tâches en lien à la planification, à la coordination et au financement du territoire. Il agit entre autres dans les domaines de l'aménagement du territoire, du développement économique, du logement social, du transport en commun et de l'environnement. La CMM s'est positionnée publiquement contre le projet d'oléoduc Énergie Est à la suite d'une consultation publique effectuée auprès de la population. L'organisme a affirmé qu'elle trouvait le projet trop risqué au niveau de la sécurité civile et de l'environnement. De plus, ce projet ne permettrait pas, selon eux, d'atteindre les nouveaux objectifs concernant la diminution de gaz à effet de serre et de dépendance au pétrole.

http://cmm.qc.ca/champs-intervention/environnement/dossiers-en-environnement/transcanada-projet-de-construction-dun-nouvel-oleoduc-energie-est/http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/documents/20160121_transCanada_RapportConsultation.pdf

Notes:

CQDE

Le Centre québécois du droit de l'environnement est un organisme à but non lucratif qui offre à la population des outils juridiques et pratiques en matière d'environnement. L'organisme s'implique aussi dans plusieurs dossiers environnementaux afin de mettre en lumière certaines dimensions juridiques. Dans le cadre du projet Énergie Est, l'organisme a analysé les différentes procédures de législation entourant la réception et l'évaluation du projet (étude d'impacts). Le CQDE a souligné les fautes législatives commises par le gouvernement fédéral et provincial. L'organisme a aussi affirmé que les premières études d'impacts environnementales déposées par le promoteur comprenaient des manques majeurs.

http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/consultation/oleoducTranscanada/M029_OLFODU_C_Centre_quebecois_droit_environnement.pdf

<https://www.cqde.org/wp-content/uploads/2014/10/CODE-Guide-juridique-pipeline-v12.pdf>

<https://cqde.org/nos-actions/information-et-participation-citoyenne/pipeline-energie-transcanada/>

<https://cqde.org/wp-content/uploads/2016/02/Questions-sans-reponses-CODE.pdf>

Notes :**Groupe citoyen «Stop Oléoduc»**

Le groupe «Stop oléoduc» est un regroupement citoyen créé en 2013 lors de la première annonce du projet Énergie Est. Ce groupe tente de réunir, entre autres, des citoyens et des propriétaires se trouvant sur la ligne du tracé d'Énergie Est et désirant s'opposer au projet. Plusieurs sous-groupes se sont aussi créés dans différentes régions du Québec étant touché par le passage de l'oléoduc. Le groupe «Stop oléoduc» offre à la population, aux entreprises et aux municipalités certaines informations concernant le projet et offre la possibilité de se joindre à l'alliance pour dénoncer cette situation. Les risques de déversements, le transport de pétrole non conventionnel et la dégradation de l'environnement figurent parmi leurs préoccupations.

<http://www.stopoleoduc.org/documents-et-publications/>

Notes :

Bloc 4 : Colloque sur l'engagement écocitoyen

Cette activité vous permettra de:

- Découvrir des initiatives d'engagement écocitoyen.
- Comprendre la notion d'écocitoyenneté dans une perspective critique.

L'engagement écocitoyen

Plusieurs problématiques environnementales ont été mises en lumière au cours des dernières années par la communauté scientifique.¹ Des prises de décisions au regard de ces situations apparaissent nécessaires. Toutefois, les multiples enjeux entourant ces problématiques entraînent des impasses entre les différentes parties prenantes. Parmi ces acteurs, nous retrouvons, entre autres, le gouvernement, les entreprises privées et la société civile.

La société civile (population) représente le groupe le plus nombreux parmi ces parties. L'engagement de la population dans ces dossiers socio-environnementaux s'avère essentiel afin d'évaluer les risques de manière impartiale et de présenter leurs intérêts communs et leurs préoccupations dans ces situations.

L'engagement environnemental peut prendre diverses formes:

- L'engagement écocivique : Ce type d'engagement fait référence à des actions individuelles ou locales qu'une personne peut entreprendre vis-à-vis l'environnement. Il s'agit de comportements socialement valorisés, tels que recycler, fermer le robinet quand on se brosse les dents, se déplacer à vélo, etc.²
- L'engagement écocitoyen pourrait se définir comme une participation volontaire, critique et active à la construction du milieu de vie collectif. Cette forme d'engagement nécessite une réflexion plus en profondeur et fait appel à des notions d'éthique et de politique. Ces actions d'engagement peuvent permettre d'engendrer un changement positif au sein du milieu dans une perspective de bien commun pour la communauté et pour l'environnement. Par exemple, la création d'un jardin communautaire ou la participation à une consultation publique en environnement.²

1 Bamosky, A. D., Hadly, E. A., Bascompte, J., Berlow, E. L., Brown, J. H., Fortelius, M., Roopnarine, P. (2012). Approaching a state shift in Earth ' s biosphere. *Nature*, 486, 52-58.

2 Sauvé, L. et Villemagne, C. (2003). L' ducation relative aux valeurs environnementales. Module 6. Programme d'études supérieures - Formation en éducation relative à l'environnement - Francophonie internationale. Montréal : Les Publications ERE-UQAM, Université du Québec   Montréal- Collectif ERE-Francophonie

Présentations

Dans cette activité vous pourrez analyser deux actions d'engagement écocitoyen. Vous êtes encouragé durant ces présentations à vous questionner sur les objectifs et les retombés de ces actions, ainsi que sur les problématiques ou les causes qui y sont reliées.

Notes:

Documentation supplémentaire

Projet Energie Est

http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/oleoduc_energie-est/documents/liste_cotes.htm

Gouvernement du Québec. (2016). *Relation entre les activités de l'industrie des hydrocarbures, la qualité de vie et la santé psychologique et sociale*. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Récupéré sur :
http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/oleoduc_energie-est/documents/SOC5.pdf

Poulin, M. (2016). *Évaluation du projet Énergie Est de TransCanada sur le territoire de la Communauté Métropolitaine de Québec en regard des milieux humides*. Rapport présenté à la Communauté Métropolitaine de Québec. Récupéré sur :
http://www.cmquebec.qc.ca/_media/document/1736/rapport-final-milieux-naturels.pdf

Leclerc, M. (2015). *Préoccupations visant la pérennité des ressources en eau superficielle de la Communauté métropolitaine de Québec en lien avec un déversement accidentel de pétrole sur le parcours de l'oléoduc Énergie Est de TransCanada*. Avis technique pour le compte de la Communauté métropolitaine de Québec. Récupéré sur :
http://www.cmquebec.qc.ca/_media/document/1736/rapport-final-ressources-eau.pdf

Allaire-Verville, M., Pelletier, E., Triffault Bouchet, G. (2015). *État des connaissances sur le potentiel de danger des bitumes dilués - Évaluation environnementale stratégique globale sur les hydrocarbures*. Récupéré sur :
http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/oleoduc_energie-est/documents/EAU8.pdf

Stantec Consulting Ltd. (2016). *Évaluation des risques spécifiques au site de la rivière des Outaouais*. Récupéré sur :
http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/oleoduc_energie-est/documents/EAU15-F.pdf

JOURS DE MARÉE NOIRE

*Samantha McBeth, Émilie Boulay,
Antonin St-Jean, Jérôme Bernier*

Le transport maritime du pétrole sous toutes ses formes augmente sur le fleuve Saint-Laurent. Les impacts d'un déversement pétrolier sont bien connus ailleurs, mais qu'arriverait-il chez nous ? Et que faire de l'hiver et son épaisse couche de glace qui fait obstacle aux bateaux ?

LE CAUCHEMAR SOMBRE

Matin d'hiver frais, un petit village aux abords du fleuve Saint-Laurent se réveille. Les sirènes habituelles des bateaux coupent le silence voguant sur le fleuve endormi sous les glaces. Pourtant, une odeur étrange voyage sur la brise; une odeur qui rappelle celle de l'essence dans les stations-services. Là où la glace cassée révèle une surface d'eau libre, une lueur arc-en-ciel se dévoile aux lumières du jour levant. Les premières alertes prennent du temps avant de se faire entendre. L'arrivée des experts sur les lieux a permis de confirmer ce que les gens redoutent : un déversement pétrolier. Rien à faire, les glaces en mouvement sont trop dangereuses, pas moyen de récupérer les huiles perdues. Les dirigeants et les spécialistes ne voient pas d'autres solutions que d'attendre la fonte des glaces pour observer l'étendue des dégâts. Ce pétrole déversé

déclare une guerre silencieuse aux organismes du fleuve et aux citoyens qui y résident.

À partir de ce moment, le brouillard s'installe dans le scénario qui n'est heureusement que fiction à l'instant. Une telle catastrophe ne relève pas seulement de l'imaginaire. Souvenez-vous de l'Exxon Valdez, échoué il y a 26 ans sur les côtes d'un village de pêche en Alaska. Cependant, il y a plus d'une différence entre l'Alaska et le fleuve. La glace est un acteur important dans cette tragédie, absente dans l'incident de l'Alaska. La glace ajoute une difficulté supplémentaire, et un mystère. Qu'arrivera-t-il à

ce pétrole déversé et à ses contaminants jusqu'au printemps ?

Une marée noire de pétrole bitumineux en hiver dans le Saint-Laurent représenterait un scénario dramatique. Et nous n'en sommes pas loin. Avec le développement exponentiel des projets pétroliers dans l'Ouest canadien, et le désir pressant d'utiliser le Québec comme un point d'exportation vers le reste de la planète, la flotte de bateaux-pétroliers naviguant sur le fleuve augmentera à une vitesse hallucinante. L'hiver n'empêchera pas la vente du pétrole. Avec l'arrivée de cette réalité, la possibilité d'un tel accident doit être étudiée.



NAPPE NOIRE

SOUS COUVERT BLANC

« La problématique de contamination en milieu marin en hiver est quand même assez complexe », explique Richard Saint-Louis, professeur en chimie analytique à l'Université du Québec à Rimouski et chercheur à l'Institut des sciences de la mer. Il ajoute que : « D'une part, nous n'avons pas beaucoup de données, simplement par la difficulté d'aller échantillonner pour savoir ce qui se passe en hiver et aussi [par la difficulté] qu'apporte le couvert de glace [influençant] la dispersion des contaminants ». Le professeur Saint-Louis dirige un projet visant à étudier l'impact des déversements de pétrole dans les eaux du fleuve en condition hivernale. Les déversements sont potentiellement très différents en présence de glace, et l'équipe de recherche UQAR-ISMER tente d'élucider cette question.

« D'une part, nous n'avons pas beaucoup de données, simplement par la difficulté d'aller échantillonner pour savoir ce qui se passe en hiver »

— Richard Saint-Louis

En fait, la couche de glace peut être imaginée comme un bouchon bloquant la nappe de pétrole. En retenant les contaminants, elle peut entraîner une plus grande concentration de polluants dans l'eau. Cette glace opaque bloque aussi les rayons provenant du soleil. La lumière peut dégrader les contaminants, mais le mur de glace y fait entrave.

Rigide et en mouvement constant, cette glace a toujours été la grande barricade du fleuve Saint-Laurent, empêchant la circulation de navires sur ce grand corridor d'eau. Le cœur du Québec était inaccessible en hiver avant le développement des brise-glaces. Même en ces temps modernes, la majorité des activités fluviales sont ralenties à cette période de l'année.

« Dans les conditions idéales, on croit récupérer près de 20 à 30 % du pétrole déversé. Sous la glace, cette valeur tombe sous 5 %, voire même 1 % »

— Émilien Pelletier

Chaque hiver, un chenal de 1200 km est sculpté le long du fleuve, offrant un passage aux bateaux. « Le premier principe d'une bonne navigation dans les glaces est de conserver sa liberté de manœuvre, car un navire pris dans les glaces est entraîné par ces dernières », dicte la Garde côtière canadienne à l'intention des navigateurs hivernaux. Les bateaux sont donc sujets à se retrouver dans des conditions très difficiles, causées par l'accumulation des glaces, les courants variables et la présence quasi constante de forts vents. Ce mélange de facteurs crée une situation délicate, où les risques d'accidents, et donc de déversements, sont accrus.

Selon Émilien Pelletier, directeur de la chaire de recherche du Canada en écotoxicologie marine, maintenant à la retraite, un déversement de pétrole l'hiver serait l'une des pires situations que pourrait vivre le Saint-Laurent. Cette situation serait hors de contrôle. Il suppose qu'un déversement pétrolier près de Rimouski pourrait s'étendre en longeant la rive sud du fleuve jusqu'à Gaspé allant même jusqu'aux Îles-de-la-Madeleine, soit une distance atteignant près de 400 km ! Le pétrole provenant de la fuite se serait donc accumulé sous les glaces jusqu'à la période de dégel.

Alors, est-ce que le pétrole est récupérable en hiver ? Le professeur Pelletier en doute fortement : « À partir du moment où le pétrole s'est immiscé dans les fractures entre les morceaux de glace et même sous la glace, il devient pratiquement inaccessible. Nous avons beau avoir en mer les équipements de récupération et le personnel, si on ne sait pas où il est, ou encore s'il est sous la glace, il est irrécupérable. [...] Dans les conditions idéales, on croit récupérer près de 20 à 30 % du pétrole déversé.

Sous la glace, cette valeur tombe sous 5 %, voire même 1 % ».

Du côté des tactiques de récupération, les discussions s'attardent uniquement aux coûts et à l'attribution de la responsabilité. Jusqu'à récemment, aucune recherche sérieuse sur le sujet n'a été financée, nous rappelle Émilien Pelletier. Il est clair que



présentement, le manque d'équipements adéquats et d'expertises ne permet pas d'atténuer la situation.

UN INTRUS PERSISTANT

Les efforts de récupération étant vains, ces contaminants indésirables persisteront dans le milieu marin. Le pétrole serait donc un résident du fleuve jusqu'à la fonte des glaces. Mais quand il est question de pétrole, il ne s'agit pas d'un seul produit. « *Le pétrole c'est un cocktail. [...] Il contient une centaine de composés différents, avec des propriétés différentes. Les plus légers vont être plus volatils et se perdre dans l'atmosphère* », explique le professeur Richard Saint-Louis. Donc une partie des composés du pétrole serait

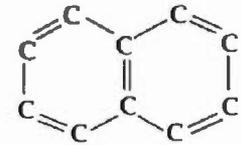
perdue dans l'air si le couvert de glace était absent, alors que le reste demeurerait dans l'eau. Il est alors question de composés persistants.

« *La plupart de ces composés ne sont pas vraiment solubles dans l'eau et vont avoir tendance à s'accumuler dans les parties les plus grasses des organismes* », ajoute-t-il. C'est pour cette raison que les êtres vivants risquent d'être contaminés par le pétrole. Le foie et les organes reproducteurs sont pleins de graisse et les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP) sont friands de ces organes. En hiver, avec la concentration plus élevée des contaminants, les éléments dangereux du pétrole sont plus à surveiller. Sans lumière ni oxygène, ils seront chimiquement stables dans l'environnement. Une fois immergés, ils seront transportés sur de grandes distances par les courants marins.

Le pétrole qui sera transporté par navire-citerne sur le fleuve Saint-Laurent n'est pas un pétrole conventionnel, mais un pétrole provenant des sables bitumineux, c'est-à-dire un pétrole brut semi-solide contenant du sable et de l'argile. Le bitume a la particularité d'être plus lourd que le pétrole conventionnel. Dans le cas d'un déversement dans le fleuve, ce bitume se retrouvera au fond de l'eau. De vrais boulets de goudron ! Il est donc difficilement dégradé et impossible à récupérer sans creuser le fond du fleuve. Un bris qui a eu lieu au Michigan en 2010 a causé le déversement de près de 4 millions de litres de bitume dans la rivière Kalamazoo. Les coûts de nettoyage sont montés à 700 millions et cette rivière est toujours contaminée aujourd'hui.

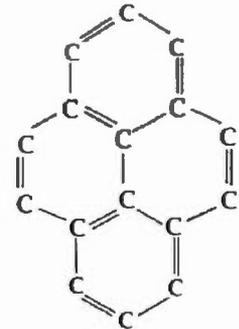
Le bitume doit être dilué afin d'être transféré et exporté par pipeline, par bateau ou par train. L'un des agents de dilution utilisés est le benzène, un gaz très toxique inodore et incolore. De plus, ce type d'hydrocarbure contient plusieurs variétés toxiques d'HAP et ce, à des taux très élevés en comparaison avec le pétrole conventionnel. Les HAP peuvent se lier à certaines protéines et à l'ADN. Cette liaison cause des modifications dans le fonctionnement de l'organisme, entraînant possiblement des dysfonctionnements, des malformations

Les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP)



Naphtalène

Plus toxique



Pyrène

Plus toxique

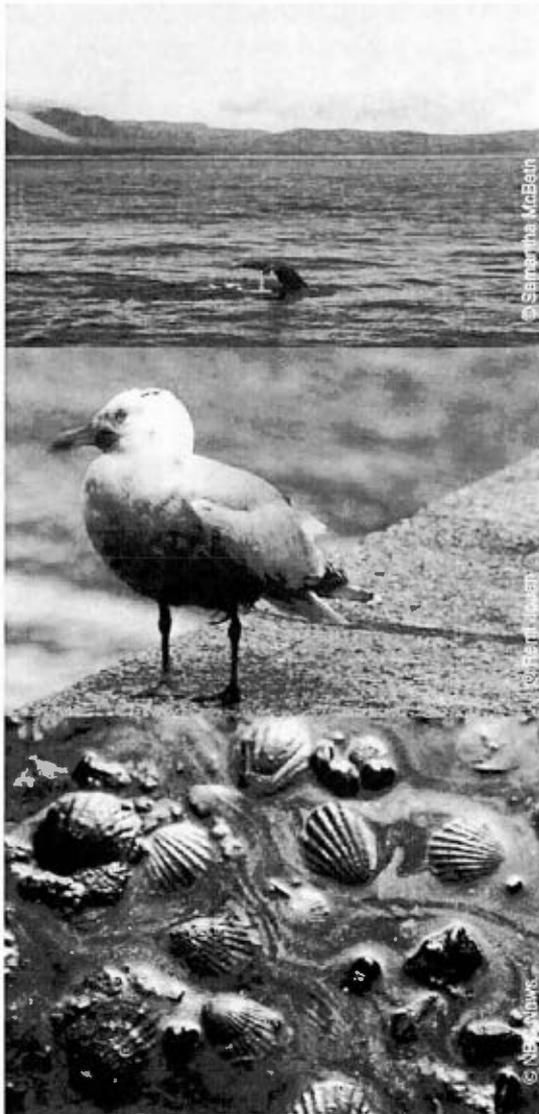
C : carbone

Les HAP représentent une famille de polluants très variée. Son nom indique qu'ils sont formés d'un anneau de six atomes de carbone. Plus il y a d'anneaux de carbone, appelé « cycles », plus la molécule sera difficile à briser et plus elle sera toxique. Les HAP peuvent aisément se déplacer au travers de l'organisme vivant et se loger dans ses graisses. Ce détail est important, car le fleuve Saint-Laurent est un écosystème nordique. Les poissons et les mammifères en particulier doivent se faire des réserves de graisse épaissies pour vivre dans ces eaux froides à l'année.

et même des cancers. Le pétrole laissera des traces de sa présence longtemps après avoir été introduit par mégarde.

UN BUFFET NOIR

Le milieu aquatique sera étouffé par cette masse d'huile et l'habitat se verra modifié. Le pH deviendra plus acide, les poissons perdront leur souffle avec la réduction d'oxygène et plusieurs seront laissés sur leur faim, car les proies auront disparu. Malgré cela, l'impact le plus dangereux sur la santé des espèces dans le fleuve sera



la toxicité des HAP. Ces derniers sont hydrophobes. « Pour un organisme, cela veut dire qu'ils vont s'accumuler dans ses graisses », explique le professeur Saint-Louis. « On peut penser au foie. Chez les mammifères marins, il y aura une

« Même si on nettoie des oiseaux qui ont été souillés par le pétrole, la chance de survie de ces oiseaux approche le 0 % »

— Jonathan Verreault

plus grande accumulation au niveau des graisses. Les métaux se retrouveront dans le foie, mais aussi dans les reins », poursuit-il.

Jonathan Verreault, professeur d'écotoxicologie à l'Université du Québec à Montréal, connaît bien les impacts que peut avoir un déversement pétrolier sur les espèces animales. Il étudie, depuis plusieurs années maintenant, les risques toxiques auxquels peuvent être exposés les oiseaux. Il ajoute que « l'on parle souvent des effets qui peuvent amener à la létalité, donc à la mort des individus, parce qu'une exposition au pétrole, que ce soit en consommant le pétrole directement dans l'eau ou par une proie contaminée ou bien en tentant de nettoyer des plumes souillées, résulte en une ingestion importante de pétrole ce qui amènera des dommages irréversibles à certains organes, comme le foie et les reins. Même si on nettoie des oiseaux qui ont été souillés par le pétrole, la chance de survie de ces oiseaux approche le 0 % ».

Et si le pétrole n'est pas directement responsable de la maladie et de la mort, les composés toxiques qu'il contient finiront par l'achever. « Même plusieurs mois après l'exposition, on voit encore les effets », souligne-t-il. HAP, benzène et autres sont encore à blâmer.

Le climat nordique du fleuve Saint-Laurent ajoute une difficulté de plus. Les conditions plus froides causent un ralentissement des fonctions corporelles chez les êtres vivants dans l'eau. En hiver, un organisme marin ne peut pas résister



© Jon Wellier

aussi efficacement à l'exposition pétrolière, conclut le professeur Saint-Louis. Il précise « qu'en général, ils vont au ralenti d'un point de vue métabolique. Donc, ils vont moins croître et moins d'énergie sera disponible pour combattre les contaminants qui ont été absorbés et qui se sont accumulés ». Sa reproduction et sa survie seront en jeu!

UN RÉSEAU NOIR D'INTERACTIONS

Il est maintenant possible d'imaginer davantage les conséquences spécifiques qu'aurait un déversement pétrolier sur certaines espèces. Non pas une, mais plusieurs espèces seraient affectées. En réalité, les êtres vivants ne sont pas cloî-

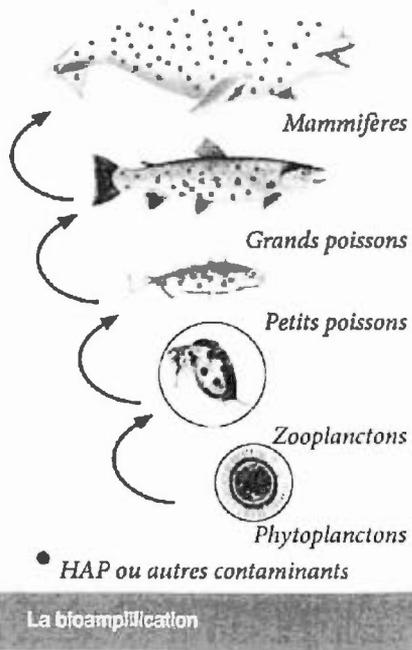
trés dans des bulles indépendantes les unes des autres. Un réseau d'une complexité surprenante relie l'ensemble des organismes entre eux et avec leur habitat. Allant de la plus petite algue à la plus grande baleine bleue, les organismes du fleuve vivent en interaction soit par leur alimentation, par compétition, par entraide, telle que la symbiose, ou simplement par leur cohabitation dans un même milieu.

Voyez l'intérieur du Saint-Laurent comme une série de « villages » pas très différents de ceux qui le longent, où chaque organisme participe à la communauté sous-marine. Certains sont touristes et d'autres sont résidents permanents. En écologie, ce concept se nomme écosystème. L'écologie des écosystèmes permet de mieux comprendre les interactions existantes. Cependant, cette organisation n'est pas immuable. Un déversement pétrolier pourrait déséquilibrer le réseau présent à l'intérieur du fleuve Saint-Laurent.

La bioaccumulation est critique lorsqu'il est question de contaminants. Ce mécanisme se produit lorsque des polluants, comme les HAP, ne peuvent être éliminés ou assimilés par l'organisme. Ils s'accumulent dans l'être vivant. Tel un effet boule de neige, il y aura bioamplification dans la chaîne alimentaire. La micro-

Écosystème ?

Il existe différentes échelles d'observation en écologie pour mieux comprendre le monde vivant. Le terme écosystème représente la lunette permettant d'observer l'interaction entre toutes les espèces d'un milieu, ainsi qu'avec les éléments non vivants (ex. climat, sols, eau, etc.). L'échelle écosystémique est utilisée dans ce cas-ci pour observer l'interaction entre les organismes et le pétrole présent dans l'habitat.



faune sera contaminée, conservera ces polluants, les transférera à ses prédateurs et ainsi de suite. Les organismes plus hauts dans la chaîne alimentaire, comme les bélugas, seront par conséquent davantage exposés aux contaminants.

Le béluga est un bon exemple pour souligner les impacts qu'un déversement pourrait avoir, considérant que la population du Saint-Laurent est sur la liste des espèces en péril. L'extinction de l'espèce reste dans les risques possibles. Il serait donc intéressant d'entrevoir davantage les conséquences que pourrait avoir une extinction.

Dans le cas de la disparition du béluga, il serait possible d'observer une cascade appelée en écologie « top-down ». Le résultat pourrait être une prolifération excessive des proies de cette espèce (ex. poisson) due à l'absence de contrôle par le prédateur. Un tel accroissement pourrait altérer l'habitat et la nourriture d'autres espèces.

La série d'exemples présentée permet de mieux entrevoir le rôle de chaque espèce dans cette toile complexe qu'est l'écosystème du Saint-Laurent. L'être humain ne représente pas une espèce exempte du réseau. Faisant partie intégrante de ce système, il subira également les impacts d'un tel événement autant au niveau de sa santé que de son économie. Ainsi, qui sème le vent récolte la tempête. La société québécoise aura à décider si le jeu en vaut la chandelle.

LUMIÈRE DANS LA NOIRCEUR

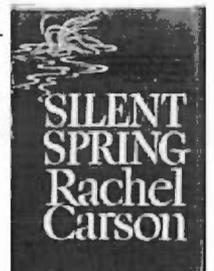
Face à cet amalgame d'enjeux, l'indifférence est inimaginable. Les citoyens doivent faire des choix et ceux-ci passent par des questionnements.

Les avantages économiques qu'engendre le transport du pétrole surpassent-ils la valeur des écosystèmes et de la santé humaine? L'exploitation du pétrole est-elle un choix durable et responsable? Devrait-on opter pour d'autres types d'énergie pour le futur?

Le professeur Jonathan Verreault est catégorique : « Je pense que les évidences se

sont accumulées avec les années à cause des déversements de pétrole, que ce soit dans le golfe du Mexique avec Deepwater Horizon ou bien du Exxon Valdez. Je pense que nous avons amassé assez d'informations, de preuves et d'évidences pour conclure qu'un déversement pétrolier est néfaste pour une multitude d'espèces. On devrait considérer d'autres alternatives. D'autant plus qu'on parle de plus en plus d'énergies renouvelables, ce que le pétrole n'est certainement pas. On devrait avoir de meilleures idées, avoir une optique à long terme plutôt qu'un rendement économique à court terme ».

Les décisions autant individuelles que collectives devront tenir compte de ces aspects. Rachel Carson, écologiste et pionnière en vulgarisation scientifique, conclut dans son livre *Silent Spring* que l'humanité fait face à deux chemins. L'un d'eux est le chemin le plus fréquemment suivi et on y avance à une vitesse ahurissante pour arriver finalement à une fin désastreuse. L'autre est celui le moins emprunté, mais c'est le chemin qui assure la préservation de l'environnement. Cette route peut sembler complexe à trouver, mais une compréhension suffisante des enjeux peut la rendre plus facilement accessible. La clé est de transmettre l'information afin que nos décisions soient éclairées vers le bon port. ■



RÉFÉRENCES

- Adeola, F. O. (2000). Cross-national Environmental Injustice and Human Rights Issues. *American Behavioral Scientist*, 43(4), 686–706.
- Albe, V. (2009). L'enseignement de controverses socioscientifiques. *Éducation et Didactique*, 3(1), 9–46.
- Albe, V. (2010-2011). Changements climatiques à l'école : Pour une éducation sociopolitique aux sciences et à l'environnement. *Éducation Relative À l'Environnement. Regards, Recherches, Réflexions*, 9, 95–116.
- American Institutes of Research. (2005). *Effects of Outdoor Education Programs for Children in California*. The California Department of Education.
- AQPERE. (2016). Concours collégial en développement durable. Récupéré le 10 décembre 2017 sur <http://www.aqpere.qc.ca/concours-pedago.html>
- Bader, B. (2003). Interprétation d'une controverse scientifique : Stratégies argumentatives d'adolescentes et d'adolescents québécois. *Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(2), 231–250.
- Bader, B. (2005). Rapprochement interdisciplinaire entre une éducation aux sciences citoyenne et l'éducation relative à l'environnement : points de vue de chercheurs et formation des enseignants. Dans Sauvé, L., Orellana, I. et à. van Steenberghe (dirs.), * ducation et environnement, un croisement de savoirs*. Actes du colloque international *Le à croisement des savoirs au cœur des recherches en éducation relative à l'environnement*. *Cahiers scientifiques de l'Acfas*, 104, 109-119.
- Bader, B. et Therriault, G. (2008). Pertinence de la prise en compte des dimensions sociales des sciences pour renouveler la conception des sciences au primaire : illustration de la position d'une future enseignante. *Revue Des Sciences de L' ducation*, 34(1), 163.
- Bader, B., Arseneau, I. et Therriault, G. (2013). Conception des sciences d'élèves de 4e secondaire engagés dans une démarche interdisciplinaire d'enseignement des

- sciences sur les changements climatiques. *Éducation Relative À l'Environnement. Regards, Recherches, Réflexions*, 11, 99–118.
- Barma, S., et Bader, B. (2013). How one science teacher redefines a science teaching practice around a theme: A case study in the context of educational reform in Québec. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 131–161.
- Barnosky, A. D., Hadly, E. A., Bascompte, J., Berlow, E. L., Brown, J. H., Fortelius, M., ... Roopnarine, P. (2012). Approaching a state shift in Earth ' s biosphere. *Nature*, 486, 52–58.
- Benzid, L. (2017). *Immersion en nature et identité écologique : une recherche-développement d'un programme d'éducation relative à l'environnement inspiré des Forest Schools*. (Mémoire de maîtrise). Université du Québec à Montréal. Récupéré de <https://archipel.uqam.ca/10851/>
- Blais, M.C., Gauchet, M. et Ottavi, D. (2013). Pour une philosophie politique de l'éducation. Paris : Hachette littératures.
- Bernard, D., et Thibeault, H. (2009). *Rapport final Éducation relative à l'environnement (ERE) au collégial : de l'intention à l'action au cœur de nos stratégies pédagogiques*. Montréal. Récupéré le 5 mai 2017 sur [http://www.aqpere.qc.ca/campus/PDF/2007-2009/Rapport final ERE-STH.pdf](http://www.aqpere.qc.ca/campus/PDF/2007-2009/Rapport%20final%20ERE-STH.pdf)
- Berryman, T. (2006-2007). Des pistes pour institutionnaliser une éducation relative à l'environnement dans la trajectoire obligatoire de la formation initiale à l'enseignement primaire. *Éducation Relative À l'Environnement. Regards, Recherches, Réflexions*, 6, 137–158.
- Bertrand, M. et Valois, P. (1999). Fondements éducatifs pour une nouvelle société. Lyon/Montréal: Chronique sociale /Éditions nouvelles
- Blais, M., et Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale: description d ' une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches Qualitatives*, 26(2), 1–18.
- Bonin, P. (2006). *Enjeux et stratégies d'éducation relative à l'environnement en milieu collégial*. (Mémoire de maîtrise). Université du Québec à Montréal. Récupéré de <http://www.archipel.uqam.ca/2997/>
- Brown, B. A., et Ryoo, K. (2008). Teaching science as a language: A “content-first” approach to science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(5), 529–553.
- Carruthers, D. V. (2008). *Environmental justice in latin america*. London: The MIT Pr.

- Centr'ERE. (s. d.). Mission. Récupéré le 18 mai 2018 sur <https://centrere.uqam.ca/mission/>
- Centr'ERE. (2017). *Éléments pour une Stratégie nationale d'éducation en matière d'environnement et d'écocitoyenneté au Québec*. Sommet sur l'éducation en matière d'environnement et d'écocitoyenneté au Québec.
- Charland, P. (2006). La triade science, technologie et environnement: nouveaux enjeux théoriques, curriculaires et pédagogiques. *Éducation relative à l'environnement: Regards–Recherches–Réflexions*, 6, 63–75.
- Charland, P. (2008). *Proposition d'un modèle éducationnel relatif à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement*. (Thèse de doctorat). Université du Québec à Montréal. Récupéré de <http://www.archipel.uqam.ca/1175/>
- Chavez, M. (2005). *L'éthique de l'environnement comme dimension transversale de l'éducation en sciences et en technologies*. (Thèse de doctorat). Université du Québec à Montréal.
- Chawla, L. (1998). Significant Life Experiences Revisited: a review of research on sources of environmental sensitivity. *Environmental Education Research*, 4(4), 369–382.
- Chawla, L., et Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437–452.
- Collège de Bois-de-Boulogne. (2015a). Programmes de sciences de la nature (200. BO). Récupéré le 2 mai 2017 sur <http://bdeb.qc.ca/etudiants/programmes-preuniversitaires/sciences-de-la-nature/>
- Collège de Bois-de-Boulogne. (2015b). BdeB certifié cégep vert de niveau excellence. Récupéré le 15 septembre 2017 sur <http://www.bdeb.qc.ca/nouvelle/bdeb-certifie-cegep-vert-de-niveau-excellence/>
- Comeau, Y. (2011). *L'intervention collective en environnement*. Québec: Presses de l'Université du Québec
- Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec - CRÉPUQ. (2013). La cote de rendement au collégial : ce qu'elle est, ce qu'elle fait (version longue), 23 p.
- Corriveau, G. (2005). *L'équilibre des compromis ou les attentes négociées au coeur de l'évaluation en enseignement des sciences au collégial*. (Mémoire de maîtrise). Université du Québec à Trois-Rivière.

- Desgagné, S. (2001). La recherche collaborative: nouvelle dynamique de recherche en éducation. [Chapitre de livre]. Dans Anadon, M. et L'Hostie, M., (Dir.) *Nouvelles dynamiques de recherche en éducation* (pp. 51–76). Québec: Les presses de l'université Laval.
- Donohoe, M. (2003). Causes and health consequences of environmental degradation and social injustice. *Social Science and Medicine*, 56, 573–587.
- Duro, J. A., et Teixidó-Figueras, J. (2013). Ecological footprint inequality across countries: The role of environment intensity, income and interaction effects. *Ecological Economics*, 93, 34–41.
- Environnement jeunesse - ENJEU. (2017). *Certification en gestion durable d'environnement jeunesse*. Récupéré le 3 septembre 2017 sur http://enjeu.qc.ca/wp-content/uploads/2017/06/Brochure_2017-2018.pdf
- Fourez, G. (2001). Interdisciplinarité et îlots de rationalité. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(3), 341–348.
- Gargano, V. (2010). *Les retombées du cours collégial "Plein air expérimentiel" aux plans personnel et interpersonnel*. (Mémoire de maîtrise). Université du Québec à Chicoutimi.
- Gauthier, B. (2009). *Recherche Sociale: De la Problématique à la Collecte des Données*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Gouvernement du Canada. (2017). Développement durable. Récupéré le 2 mai 2016 sur <https://www.ec.gc.ca/dd-sd/default.asp?lang=Fr&n=C2844D2D-1>
- Gouvernement du Québec. (2017a). Développement durable. Récupéré le 2 mai 2016 sur <http://www.education.gouv.qc.ca/enseignants/references/developpement-durable/>
- Gouvernement du Québec. (2016b). *Sciences de la nature (200.B0) – Programme d'études préuniversitaires -Enseignement collégial*. Document déposé par le Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur, Québec.
- Gouvernement du Québec. (2016c). *Composantes de la formation générale*. Document déposé par le Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur, Québec.
- GUEPE. (2017). À propos. Récupéré le 2 mai 2017 sur <http://www.guepe.qc.ca/a-propos/>
- Hansotte, M. (2004). *Les intelligences citoyennes : comment se prend et s'invente la parole collective*. 2e édition. Bruxelles : De Boeck Université.

- Hinds, J., et Sparks, P. (2008). Engaging with the natural environment: The role of affective connection and identity. *Journal of Environmental Psychology*, 28(2), 109–120.
- Hungerford, H. R., et Volk, T. (1990). Changing learner behavior through environmental issues and actions : Skill development modules. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8–21.
- Hurd, P. D. (2002). Modernizing Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 1–9.
- Jang, H., Reeve, J., et Deci, E. L. (2010). Engaging students in learning activities: It is not autonomy support or structure but autonomy support and structure. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 588–600.
- Jickling, B. (1998–1999). De la nécessité d'une analyse conceptuelle en éducation relative à l'environnement. Réflexions sur le langage de la durabilité. *Éducation Relative À L'environnement: Regards-Recherches-Réflexions*, 1, 79-95.
- Kelly, T. E. (1986). Discussing Controversial Issues: Four Perspectives on the Teacher's Role. *Theory & Research in Social Education*, 14(2), 113–138.
- Lacoursière, M. (2017). Quand la classe prend la clé des champs. *Portail Du Réseau Collégial Du Québec*. Récupéré le 4 septembre 2017 sur <http://lescegeps.com/pedagogie/apprentissage-et-reussite-scolaire/quand-la-classe-prend-la-cle-des-champs>
- Larochelle, M., et Désautels, J. (2006). L'éducation aux sciences et le croisement des expertises. [Chapitre de livre]. Dans Legardez, A., et Simonneaux, L., (Dir.) *L'école à l'épreuve de l'actualité: Enseigner les questions vives* (pp. 61–77). Paris : ESF.
- Le Boterf, G. (1998). Evaluer les compétences : quels jugements ? Quels critères ? Quelles instances ? *Education Permanente*, 135(2), 143–152.
- Legardez, A., et Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité: enseigner les questions vives*. Paris: ESF.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. (R. Legendre 1942-, Ed.) (2e éd.). Montréal: Guérin.
- Leroux, J. L. (2009). *Analyse des pratiques évaluatives d'enseignantes et d'enseignants dans une approche par compétences au collégial*. (Thèse de doctorat). Université de Sherbrooke.

- Lieberman, G. a, Hoody, L. L., & Lieberman, G. M. (2000). *The effects of environment-based education on student achievement*. State Education & Environmental Roundtable.
- Loiselle, J. (2001). La recherche développement en éducation: sa nature et ses caractéristiques. [Chapitre de livre]. Dans Anadon, M. et L'Hostie, M., (Dir.) *Nouvelles dynamiques de recherche en éducation* (pp. 51–76). Québec: Les presses de l'université Laval.
- Martin, A. (2013). Global environmental in/justice, in practice: introduction. *The Geographical Journal*, 179(2), 98–104.
- Mendelsohn, R., Dinar, A., et Williams, L. (2006). The distributional impact of climate change on rich and poor countries. *Environment and Development Economics*, 11(2), 159–178.
- Morin, E. (2014). *Enseigner à vivre: Manifeste pour changer l'éducation*. Éditions Actes Sud.
- Organisation des Nations Unies - ONU. (2017). 17 objectifs pour changer notre monde. Récupéré le 2 mai 2016 sur <http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/>
- Pagé, M., Ouellet, F., et Cortesao, L. (2001). *L'éducation à la citoyenneté*. Sherbrooke: CRP.
- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2012) *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Paris: Armand Colin.
- Parrott, L., et Meyer, W. S. (2012). Future landscapes: managing within complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(7), 382–389.
- Price, J. F., et McNeill, K. L. (2013). Toward a lived science curriculum in intersecting figured worlds: An exploration of individual meanings in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 501–529.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., et Benefield, P. (2004). *A review of research on outdoor learning*. London: National Foundation for Educational Research and King's College.
- Rockström, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(24), 472–475.

- Ryan, R. M., et Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67.
- Salomone, M. (2006-2007). La cohérence entre contenus , méthodes et milieu scolaire. *Éducation Relative À L'environnement: Regards–Recherches–Réflexions*, 6, 29–41.
- Sauvé, L. (1997). *Pour une éducation relative à l'environnement: éléments de design pédagogique: guide de développement professionnel à l'intention des éducateurs*. Montréal: Guerin Editeur Limitee.
- Sauvé, L. (1999). Un « patrimoine » de recherche en construction. *Éducation Relative À L'environnement: Regards–Recherches–Réflexions*, 1, 13–40.
- Sauvé, L. (2000). L'éducation relative à l'environnement entre modernité et postmodernité : les propositions du développement durable et de l'avenir viable. Dans A. Jarnet, Jickling, B., L. Sauvé, Arjen Wals et Priscilla Clarkin (dir.). *The Future of Environmental Education in a Postmodern World?* (pp.57-71). Whitehorse: Canadian Journal of Environmental Education.
- Sauvé, L. (2001). *Éducation et environnement à l'école secondaire québécoise*. Montréal : Logiques.
- Sauvé, L. (2003) Courants et modèles d'interventions en éducation relative à l'environnement. Module 5. Programme d'études supérieures – Formation en éducation relative à l'environnement – Francophonie internationale. Montréal : Les Publications ERE- UQAM.
- Sauvé, L. (2006-2007). L'éducation relative à l'environnement et la globalisation: enjeux curriculaires et pédagogiques. *Éducation Relative À L'environnement: Regards–Recherches–Réflexions*, 6, 13-28.
- Sauvé, L. (2010).)Educación científica y educación ambiental : un cruce fecundo. *Enseñanza de Las Ciencias*. Barcelona, Espagne, 28(1), mars 2010, 5-18.
- Sauvé, L. (2013). Au cœur des questions socio-écologiques : des savoirs à construire, des compétences à développer, *11*, 19–40.

- Sauvé, L. (2015). L'éducation relative à l'environnement. [Chapitre de livre] Dans Bourg, D. et Papaux, A., Dictionnaire de la pensée écologique. Paris : Presses Universitaires de France, p. 376-379.
- Sauvé, L. (2016). L'engagement écologique au coeur de la cité. *Relations*, (786), septembre-octobre, p. 17-19.
- Sauvé, L. et Asselin, H. *Une réponse à l'instrumentalisation de l'école comme antichambre du « marché du travail » : une proposition d'éducation à l'écocitoyenneté*. Teoría de la educación. Revista interuniversitaria. Vol. 29 (1) « Desarrollo humano sostenible: retos y avances educativos ».
- Sauvé, L. et Bader, B. (2011). Éducation, environnement et développement durable : vers une écocitoyenneté critique. Québec: Presses de l'Université Laval.
- Sauvé, L., Brunelle, R., et Berryman, T. (2005). Influence of the Globalized and Globalizing Sustainable Development Framework on National Policies Related to Environmental Education. *Policy Futures in Education*, 3(3), 271–283.
- Sauvé, L., Villemagne, C., et Orellana, I. (2003). Éléments d'une pédagogie de l'éducation relative à l'environnement. Module 4. Programme d'études supérieures – Formation en éducation relative à l'environnement – Francophonie internationale. Montréal : Les Publications ERE- UQAM.
- Schlosberg, D. (2004). Reconceiving Environmental Justice: Global Movements And Political Theories. *Environmental Politics*, 13(3), 517–540.
- Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 411–417
- Simonneaux, L. (2006). Quel enjeu éducatif pour les questions biotechnologiques? [Chapitre de livre]. Dans Legardez, A., et Simonneaux, L., (Dir.) *L'école à l'épreuve de l'actualité: Enseigner les questions vives* (pp. 33-60). Paris: ESF.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E., Sörlin, S. (2015). Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).
- The National Environmental Education & Training Foundation. (2000). *Environment-based Education Creating High Performance Schools and Students*. Washington, D.C.

Thomashow, M. (1996) *Ecological identity: becoming a reflective environmentalist*. Cambridge.: MIT Press.

Université Laval. (2017). Programmes contingentés en 2017-2018. Récupéré le 15 novembre 2017 sur <https://www.ulaval.ca/admission/preparez-votre-dossier/exigencesdadmission/programmes-contingentes/programmescontingentes-en-2017-2018.html#c224591>

Ville de Montréal. (2013). *Rapport sur la biodiversité*. Local Action for Biodiversity (LAB).

Young, M. D. (1958). *The Rise of the Meritocracy*. London: Transaction Publishers.