

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	3
Remerciements	5

PREMIÈRE PARTIE :

Notions de base de didactique, de sciences et de technologies.....	19
--	----

Chapitre 1 – LA DISCIPLINE SCIENCE ET TECHNOLOGIE :

Une matière scolaire importante au secondaire.....	21
1.1 Réactiver la curiosité.....	21
1.2 Assurer un développement cognitif équilibré	22
1.3 Rehausser la culture générale	22
1.4 Rendre actif.....	23
1.5 Préparer aux ordres d'enseignement supérieur	23
1.6 Augmenter l'intérêt pour les carrières scientifiques et techniques	24
1.7 Augmenter le nombre de filles qui se dirigent vers des études en sciences physiques et en ingénierie.....	24
1.8 Permettre de questionner la nature	25
1.9 Sensibiliser à la conservation de l'environnement et aux changements climatiques.....	26
1.10 Acquérir un esprit critique.....	26
1.11 Encourager la participation active à certaines décisions.....	27
1.12 Exercices	27

Chapitre 2 – LA DIDACTIQUE : Un premier survol

2.1 Une définition de la didactique	29
2.2 Les connaissances primordiales et la didactique	32
2.3 Les domaines d'intérêt de la didactique	35
2.3.1 La relation entre l'enseignant et le savoir : la transposition didactique	36
2.3.2 La relation entre l'enseignant et l'élève : le contrat didactique.....	36
2.3.3 La relation entre l'élève et le savoir : la démarche didactique.....	36
2.3.4 L'importance des trois relations	37
2.3.5 Le milieu.....	37
2.4 Exercices	38

Chapitre 3 – LA NATURE DE L’ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE : Modéliser des phénomènes et résoudre des problèmes	39
3.1 La nature de l’activité scientifique.....	40
3.1.1 Une définition des sciences.....	40
3.1.2 Les visées communes des sciences	40
3.1.3 La structure des savoirs scientifiques.....	41
3.1.4 Les hypothèses et les expériences	42
3.1.5 Les variables dépendantes et les variables indépendantes	43
3.1.6 Le contrôle des variables.....	43
3.1.7 La corrélation et la causalité.....	44
3.1.8 Les sciences du quotidien et les ruptures épistémologiques	44
3.1.9 La modélisation.....	45
3.2 Diverses conceptions de la science	49
3.2.1 Les façons non scientifiques d’acquérir des connaissances	49
3.2.2 La conception dogmatique des sciences	51
3.2.3 La conception anarchique des sciences	51
3.2.4 Les conceptions rationalistes des sciences.....	52
3.3 La théorie de l’évolution des sciences et des technologies	59
3.4 Les techniques et les technologies	60
3.4.1 Les sciences et les techniques	60
3.4.2 Les définitions.....	61
3.4.3 La résolution de problèmes techniques et technologiques	62
3.5 Exercices	64
 Chapitre 4 – LES THÉORIES DE L’APPRENTISSAGE :	
De la mémorisation à la construction de concepts.....	65
4.1 Quelques théories de l’apprentissage des sciences et des technologies	65
4.1.1 La mémorisation	65
4.1.2 Le béhaviorisme	66
4.1.3 Le cognitivisme	67
4.1.4 Le constructivisme	68
4.1.5 Le socioconstructivisme.....	68
4.1.6 L’acquisition de compétences.....	69

4.2 Les théories de l'apprentissage dans les documents officiels du ministère de l'Éducation du Québec.....	69
4.3 Des précisions sur le constructivisme et le socioconstructivisme didactiques.....	71
4.3.1 Le constructivisme épistémologique	71
4.3.2 Le constructivisme psychologique	72
4.3.3 Le constructivisme pédagogique ou didactique.....	73
4.3.4 Les conflits de centrations	74
4.3.5 Les conflits sociocognitifs	74
4.4 Exercice.....	74

Chapitre 5 – LE CHANGEMENT CONCEPTUEL :

L'évolution des conceptions des élèves	75
5.1 Les conceptions fréquentes et les obstacles épistémologiques	75
5.1.1 Les conceptions des élèves	75
5.1.2 Les caractéristiques des conceptions.....	76
5.1.3 Les obstacles épistémologiques	77
5.1.4 L'origine des conceptions.....	78
5.2 Les modèles de changement conceptuel.....	80
5.2.1 Les modèles de remplacement des conceptions.....	80
5.2.2 Les modèles de transformation des conceptions.....	80
5.2.3 Les modèles de coexistence des conceptions	81
5.3 Des exemples de conceptions fréquentes chez les élèves	81
5.3.1 Les conceptions fréquentes	81
5.3.2 Les explications des conceptions.....	81
5.3.3 Les concepts scientifiques	82
5.3.4 Des exemples dans le domaine de l'univers matériel.....	82
5.3.5 Des exemples dans le domaine de l'univers vivant	94
5.3.6 Des exemples dans le domaine de la Terre et l'Espace	103
5.3.7 Des exemples dans le domaine de l'univers technologique.....	112
5.4 Exercice.....	117

Chapitre 6 – LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE :

La sélection et la transformation des savoirs	119
6.1 Les niveaux de transposition.....	119
6.2 La sélection des savoirs	121
6.3 La transformation des savoirs	121
6.3.1 La dogmatisation.....	122
6.3.2 La décontextualisation.....	122
6.3.3 La dépersonnalisation.....	122
6.3.4 La désyncrétisation (ou désorganisation)	122
6.3.5 La programmation	123
6.3.6 La reformulation	123
6.3.7 L'opérationnalisation	123
6.4 Une transposition didactique réussie	123
6.5 Exercices	124

Chapitre 7 – LE CONTRAT DIDACTIQUE :

Susciter l'engagement et la mobilisation des élèves.....	125
7.1 Le contrat didactique	125
7.2 La dévolution des problèmes	126
7.3 Des ruptures de contrat en didactique des sciences et des technologies	127
7.4 Le contrat didactique idéal en sciences et technologies	128
7.5 Exercice.....	129

DEUXIÈME PARTIE :

L'enseignement et l'apprentissage des sciences et des technologies 131

Chapitre 8 – LA DÉMARCHE DIDACTIQUE :

Les activités d'enseignement théoriques	133
8.1 L'exposé par l'enseignant	133
8.2 La lecture d'un texte et la réponse à des questions par les élèves.....	135
8.3 La recherche d'information et l'exposé par les élèves.....	136
8.4 Les activités de résolution de problèmes théoriques	137
8.4.1 Un exemple dans le domaine de l'univers matériel... 138	
8.4.2 Un exemple dans le domaine de l'univers vivant..... 140	
8.4.3 Un exemple dans le domaine de la Terre et de l'Espace.....	143

8.4.4 Un exemple dans le domaine de l'univers technologique.....	146
8.4.5 Un exemple qui fait le lien entre deux domaines.....	149
8.5 La pédagogie inversée.....	151
8.6 Exercice.....	152

Chapitre 9 – LA DÉMARCHE DIDACTIQUE :

Les activités d'enseignement pratiques	153
9.1 La démonstration par l'enseignant.....	153
9.2 L'activité avec manipulation	154
9.2.1 Un exemple d'activité avec manipulation dans le domaine de l'univers matériel.....	155
9.2.2 Un exemple d'activité avec manipulation dans le domaine de l'univers vivant	158
9.2.3 Un exemple d'activité avec manipulation dans le domaine de la Terre et de l'Espace	160
9.2.4 Un exemple d'activité avec manipulation dans le domaine de l'univers technologique	162
9.3 Les activités de résolution de problèmes pratiques	164
9.3.1 Des problèmes de type « boîte noire ».....	165
9.3.2 Les composantes d'une activité de résolution de problème pratique	168
9.3.3 Un exemple dans le domaine de l'univers matériel.....	176
9.3.4 Un exemple dans le domaine de l'univers vivant.....	179
9.3.5 Un exemple dans le domaine de la Terre et de l'Espace.....	183
9.3.6 Un exemple dans le domaine de l'univers technologique.....	186
9.4 Exercices	190

Chapitre 10 – LES LANGAGES DES SCIENCES ET

DES TECHNOLOGIES : Des exercices pour mieux les maîtriser.....	191
10.1 Les trois langages des sciences et des technologies.....	192
10.1.1 Le langage naturel	192
10.1.2 Le langage symbolique	193
10.1.3 Le langage graphique.....	193
10.2 L'acquisition des langages des sciences et des technologies	194
10.2.1 Tirer profit de la lecture d'un manuel scolaire.....	194

10.2.2	Acquérir un vocabulaire scientifique de base.....	195
10.2.3	Accroître son vocabulaire scientifique par la lecture	195
10.2.4	Apprendre à s'exprimer oralement	195
10.2.5	Prendre conscience de l'importance de bien rédiger	196
10.2.6	Articuler sa pensée par l'utilisation de liens grammaticaux.....	196
10.2.7	Apprendre à synthétiser de l'information.....	196
10.2.8	Observer et commenter.....	197
10.2.9	Connaitre quelques symboles	197
10.2.10	Produire un tableau de résultats.....	197
10.2.11	Interpréter un tableau et tracer un graphique	198
10.2.12	Interpréter divers types de graphiques.....	198
10.2.13	Écouter, visualiser et traduire.....	198
10.2.14	Élaborer un réseau de concepts.....	199
10.3	Exercices	199

**Chapitre 11 – LES REPÈRES CULTURELS : La place de l'histoire
des sciences et des technologies en enseignement** 201

11.1	Les avantages d'une perspective historique.....	202
11.2	Les capsules historiques	204
11.3	Des exemples de capsules historiques dans le domaine de l'univers matériel.....	205
11.3.1	Les lentilles et la chambre noire.....	205
11.3.2	La pile électrique.....	206
11.4	Des exemples de capsules historiques dans le domaine de l'univers vivant	208
11.4.1	La respiration des plantes	208
11.4.2	Les organismes microscopiques	209
11.5	Des exemples de capsules historiques dans le domaine de la Terre et de l'Espace	210
11.5.1	Le séismoscope.....	210
11.5.2	Les distances Terre-Lune et Terre-Soleil	211
11.6	Des exemples de capsules historiques dans le domaine de l'univers technologique.....	212
11.6.1	Le plan incliné	212
11.6.2	La brouette.....	213
11.7	Exercices	213

Chapitre 12 – L'INTÉGRATION DES MATIÈRES :

Les diverses approches	217
12.1 Décloisonner les disciplines	217
12.2 L'approche multidisciplinaire.....	218
12.3 L'approche pluridisciplinaire.....	218
12.4 L'approche transdisciplinaire	219
12.5 L'approche interdisciplinaire.....	220
12.6 Un exemple de projet interdisciplinaire	221
12.7 Exercices	222

Chapitre 13 – LE NUMÉRIQUE :

Du traitement de texte aux laboratoires virtuels	223
13.1 Qu'est-ce que le numérique?	223
13.2 Le numérique et l'enseignement des sciences	224
13.3 Les logiciels de traitement de texte	224
13.4 Les tableurs	226
13.5 Les diaporamas électroniques	227
13.6 Les logiciels de dessin	227
13.7 Le courrier électronique et l'appel vidéo	228
13.8 Le Web.....	228
13.9 Les logiciels de nuages de mots et de cartographie conceptuelle.....	229
13.10 L'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO)	231
13.11 Les logiciels de simulation	232
13.12 La robotique	232
13.13 Les laboratoires virtuels	233
13.13.1 Les laboratoires virtuels en biologie	235
13.13.2 Les laboratoires virtuels en physique.....	236
13.13.3 Les laboratoires virtuels en chimie.....	241
13.14 Exercice.....	245

Chapitre 14 – LES DIFFICULTÉS D'ENSEIGNEMENT

ET D'APPRENTISSAGE : Difficultés en fonction du triangle didactique et autres difficultés.....

14.1 Les difficultés qui relèvent de la relation enseignant-savoir....	248
14.1.1 Les difficultés liées à une mauvaise transposition didactique	248
14.1.2 Les difficultés liées aux obstacles didactiques	248

14.2	Les difficultés qui relèvent de la relation enseignant-élève	249
14.2.1	Les difficultés liées au contrat didactique.....	249
14.2.2	Les difficultés liées aux écarts aux démarches attendues par l'enseignant	249
14.2.3	Les difficultés liées à la compréhension des consignes.....	250
14.3	Les difficultés qui relèvent de la relation élève-savoir.....	250
14.3.1	Les difficultés liées à la conception des démarches didactiques.....	250
14.3.2	Les difficultés liées aux conceptions fréquentes et aux obstacles épistémologiques.....	251
14.3.3	Les difficultés liées à la nouveauté des termes et des symboles	251
14.3.4	Les difficultés liées au niveau d'abstraction du contenu.....	252
14.4	Les autres difficultés	252
14.4.1	Les difficultés liées à la lecture	252
14.4.2	Les difficultés liées à l'écriture.....	253
14.4.3	Les difficultés liées au langage oral.....	253
14.4.4	Les difficultés liées aux mathématiques.....	254
14.4.5	Les difficultés liées à l'organisation d'une tâche.....	254
14.4.6	Les difficultés liées à l'attention et à la concentration	254
14.4.7	Les difficultés liées aux peurs des élèves.....	255
14.4.8	Les difficultés liées à la religion et à la culture	255
14.5	Les sciences et les technologies au secours des groupes difficiles.....	256
14.6	Exercice.....	256

TROISIÈME PARTIE : L'évaluation des apprentissages, du matériel didactique et de l'enseignement

Chapitre 15 – L'ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES :	
Définition, rôles, étapes et contexte.....	259
15.1 La définition et les rôles de l'évaluation	260
15.1.1 Le rôle d'aide à l'apprentissage.....	260
15.1.2 Le rôle de reconnaissance des compétences, savoirs et stratégies	261

15.2	Les étapes de l'évaluation.....	261
15.2.1	La planification de l'évaluation.....	262
15.2.2	La prise d'information et son interprétation	262
15.2.3	Le jugement	262
15.2.4	La décision.....	263
15.2.5	La communication	263
15.3	Le contexte de l'évaluation	263
15.3.1	Les objets d'évaluation	263
15.3.2	Les situations d'apprentissage et les situations d'évaluation.....	264
15.3.3	Les conditions de réalisation.....	264
15.3.4	Les tâches.....	264
15.3.5	Les critères d'évaluation.....	264
15.4	Exercices	265

Chapitre 16 – L'ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES

	THÉORIQUES : Quels outils.....	267
16.1	Les questions orales et les échanges avec l'élève.....	267
16.2	Les questions écrites à correction objective	268
16.2.1	Question à choix de réponse de la forme « trouver la bonne réponse »... ..	268
16.2.2	Question à choix de réponse de la forme « trouver la meilleure réponse ».....	269
16.2.3	Question à choix de réponse de la forme « trouver la seule réponse qui soit fausse ».....	269
16.2.4	Question d'appariement de la forme « appariement simple »	269
16.2.5	Question d'appariement de la forme « appariement avec choix de réponse ».....	270
16.2.6	Question à choix simple (forme de base)	270
16.2.7	Question à choix simple (forme correction).....	271
16.2.8	Question à réponse courte.....	271
16.2.9	Question de type « compléter la phrase » (texte à trous)	271
16.3	Les questions écrites à développement	272
16.3.1	Question écrite à développement avec clé de correction analytique.....	272
16.3.2	Question écrite à développement avec clé de correction synthétique.....	273

16.4	La grille d'observation d'un exposé oral par une équipe d'élèves	274
16.5	La fiche d'appréciation d'un travail écrit	276
16.6	L'autoévaluation et l'évaluation par les pairs	277
16.7	Exercice.....	278
Chapitre 17 – L'ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES		
PRATIQUES : Quelques outils.....		279
17.1	La grille d'observation d'une activité avec manipulation	279
17.2	La fiche d'appréciation d'une activité de résolution de problème pratique	281
17.2.1	Fiche d'appréciation de la compétence 1 : Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ...	282
17.2.2	Fiche d'appréciation de la compétence 2 : Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	283
17.2.3	Fiche d'appréciation de la compétence 3 : Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie.....	284
17.3	L'autoévaluation et l'évaluation par les pairs	285
17.4	Les questions orales et les échanges avec l'élève.....	286
17.5	Exercices	286
Chapitre 18 – L'ÉVALUATION DU MATÉRIEL DIDACTIQUE :		
Ensembles didactiques et autres ressources		287
18.1	Les ensembles didactiques	287
18.1.1	Le cahier d'apprentissage de l'élève	288
18.1.2	Le guide de l'enseignant	294
18.1.3	Les ressources en ligne.....	299
18.2	Les ouvrages de médiation scientifique	305
18.3	Exercices	306
Chapitre 19 – L'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT :		
Des compétences professionnelles adaptées aux sciences et aux technologies		307
19.1	Les compétences professionnelles	307
19.2	La définition d'une compétence	308

19.3	Les catégories des compétences professionnelles.....	308
19.3.1	Compétences fondatrices.....	309
19.3.2	Champ 1 : Le travail fait avec et pour les élèves	309
19.3.3	Champ 2 : La base du professionnalisme collaboratif.....	310
19.3.4	Champ 3 : Le professionnalisme enseignant	310
19.3.5	Compétences transversales.....	310
19.4	Grilles d'évaluation des compétences professionnelles.....	311
19.4.1	Compétences fondatrices :.....	312
19.4.2	Champ 1 : Le travail fait avec et pour les élèves	314
19.4.3	Champ 2 : La base du professionnalisme collaboratif.....	319
19.4.4	Champ 3 : Le professionnalisme enseignant	320
19.4.5	Compétences transversales.....	321
19.5	Exercices	322

QUATRIÈME PARTIE : Informations complémentaires 323

Annexe 1 – LA MODÉLISATION : But important de l'apprentissage des sciences et des technologies 325

A1.1	Les rôles et les fonctions d'un modèle	325
A1.2	La planification d'une séance de modélisation.....	326
A1.3	Deux exemples d'activité de modélisation	327
A1.3.1.	L'équation équilibrée d'une réaction chimique	327
A1.3.2.	Les muscles antagonistes du bras.....	328
A1.4	Exercice	329

Annexe 2 – L'ANALOGIE : Une aide précieuse pour comprendre 331

A2.1	Définition.....	331
A2.2	Les deux domaines d'une analogie	332
A2.3	La planification d'une analogie	332
A2.4	Réussir une analogie	333
A2.5	Deux exemples d'analogie.....	333
A2.5.1.	Les atomes et les composés	333
A2.5.2.	La cellule	335
A2.6	L'analogie modélisante.....	336
A2.6.1.	Un exemple d'analogie modélisante : la quantité de matière dont l'unité est la mole.	336
A2.7	Exercice	339

Annexe 3 – LA SÉCURITÉ AU LABORATOIRE	341
A3.1 La communication des mesures de sécurité	341
A3.2 L'aménagement d'un laboratoire	342
A3.3 Les responsabilités des personnes au laboratoire	343
A3.4 Des mesures propres à chacune des disciplines scientifiques	344
A3.4.1. Physique	344
A3.4.2. Chimie	344
A3.4.3. Biologie	345
A3.5 Les sorties pédagogiques	346
A3.6 Planifier une séance d'apprentissage au laboratoire.....	348
A3.7 Exercices	349
Annexe 4 – LES EXPO-SCIENCES ET LES DÉFIS TECHNOLOGIQUES.....	351
A4.1 Les expo-sciences	351
A4.2 Les défis technologiques.....	353
A4.3 Exercices	354
Annexe 5 – UN QUESTIONNAIRE SUR LES SAVOIRS.....	355
A5.1 Les questions	355
A5.1.1. L'univers matériel.....	355
A5.1.2. L'univers vivant.....	356
A5.1.3. La Terre et l'Espace	358
A5.1.4. L'univers technologique	359
A5.2 Le corrigé.....	361
A5.2.1. L'univers matériel.....	361
A5.2.2. L'univers vivant.....	363
A5.2.3. La Terre et l'Espace	366
A5.2.4. L'univers technologique	368
RÉFÉRENCES.....	373
INDEX.....	379