

# DÉMARCHE DE MODÉLISATION EN MATHÉMATIQUES

Présentée par **Philippe Etchecopar** et **Céline Saint-Pierre**

Critères	Évaluation
1. Développement de l'autonomie dans l'apprentissage des élèves	Passif 1 2 3 4 <b>5</b> Actif
2. Organisation du groupe	Individuel 1 2 3 4 5 Équipe
3. Degré d'interdisciplinarité	Monodiscipl. 1 2 3 <b>4</b> 5 Multidiscipl.
4. Mode de raisonnement privilégié	Déductif 1 2 3 4 <b>5</b> Inductif
5. Résolution de problèmes-synthèses de façon systématique	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
6. Mise en oeuvre d'une démarche de production de connaissances scientifiques	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
7. Développement de la communication écrite claire et précise	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
8. Développement de la communication orale claire et précise	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
9. Développement de la rigueur du raisonnement	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
10. Développement de l'esprit critique	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
11. Développement d'attitudes utiles au travail scientifique	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
12. Définition du système de valeurs des élèves	Peu <b>1</b> 2 3 4 5 Beaucoup
13. Utilisation des technologies de traitement de l'information	Peu 1 2 <b>3</b> 4 5 Beaucoup
14. Établissement de liens entre la science, la technologie et la société	Peu 1 2 3 <b>4</b> 5 Beaucoup
15. Établissement du contexte d'émergence et d'élaboration des concepts scientifiques	Peu <b>1</b> 2 3 4 5 Beaucoup
16. Traitement de situations nouvelles à partir des acquis des élèves	Peu 1 2 <b>3</b> 4 5 Beaucoup

## Description des critères

### 1. Développement de l'autonomie dans l'apprentissage des élèves

L'activité facilite le développement de l'autonomie dans l'apprentissage des élèves s'ils doivent :

- repérer, organiser et utiliser l'information pertinente;
- planifier leur propre démarche d'apprentissage en se fixant un but et des moyens appropriés pour l'atteindre;
- évaluer l'efficacité de leurs stratégies, s'adapter à des situations différentes, revoir leurs objectifs et leurs comportements.

### 2. Organisation du groupe

L'activité peut nécessiter, en classe ou en dehors de la classe, du travail individuel ou du travail d'équipe. Si elle favorise le travail d'équipe, elle devrait amener les élèves à :

- établir des liens avec les autres membres du groupe;
- travailler en assumant des rôles divers (leadership, collaboration, soutien) au sein d'équipes spécialisées dans une discipline et d'équipes multidisciplinaires orientées vers des buts précis et des productions communes;
- comprendre et respecter la diversité et l'interdépendance des individus.

### 3. Degré d'interdisciplinarité

L'activité est considérée comme étant multidisciplinaire si elle utilise des façons de procéder, des concepts, des principes, des informations factuelles, issus de diverses disciplines ou champs de savoir (biologie, chimie, mathématiques, sociologie, éthique, etc.) afin de résoudre un problème ou de mener à terme un projet.

### 4. Mode de raisonnement privilégié

L'activité utilise une approche déductive si les élèves traitent des aspects théoriques en classe et vont ensuite illustrer ces principes ou théories par des activités pratiques. Par contre, l'activité utilise une approche inductive si les résultats expérimentaux ou les collectes d'informations visent à faire induire ou comprendre des principes ou des théories.

### 5. Résoudre des problèmes-synthèses de façon systématique

Nous définirons les problèmes-synthèses comme étant des problèmes de nature écrite (ex. en fin de chapitre) nécessitant une réorganisation des règles déjà acquises dans un contexte beaucoup plus large que celui des exercices proposés pour apprendre des techniques ou appliquer des algorithmes.

L'activité amène les élèves à résoudre de façon systématique des problèmes-synthèses s'ils :

- posent un problème et en construisent une représentation;
- analysent un problème, en repèrent les éléments, les relations entre les éléments, la structure et l'organisation pour le résoudre.

## **6. Mise en oeuvre d'une démarche de production de connaissances scientifiques**

L'élève est capable de réaliser, à partir de cette activité, les différentes étapes d'une démarche scientifique, tout autant du type expérimental que du type comparatif s'il :

- observe, recueille des données;
- fait des inférences à partir de données, formule des hypothèses ;
- effectue des montages, utilise correctement des instruments de mesure, expérimente;
- fait la synthèse de ses observations, en estime l'incertitude, en déduit des résultats, les interprète et les critique.

## **7. et 8. Développement de la communication écrite et/ou orale de façon claire et précise**

L'activité développe la communication si l'élève est mis, par exemple, en situation de :

- lire des textes à caractère scientifique ou littéraire, des textes d'actualité;
- écrire des textes à caractère scientifique, littéraire ou autre;
- s'exprimer verbalement, à l'occasion d'exposés, de représentations, de discussions en petit ou en grand groupe.

L'activité facilite le développement de la communication de façon claire et précise si l'élève est amené à :

- employer correctement la langue d'enseignement ou la langue seconde;
- employer à bon escient les langages (terminologie, symbolisme, conventions, etc.) propres aux disciplines scientifiques du programme.

## **9. Développement de la rigueur du raisonnement**

L'activité développe la rigueur du raisonnement si l'élève :

- repère un certain nombre d'idées en rapport avec le sujet, les compare, les classe, les évalue;
- enchaîne les idées pertinentes dans un ordre logique;
- construit une argumentation cohérente, un raisonnement, une preuve.

## **10. Développement de l'esprit critique**

L'activité, pour développer l'esprit critique des élèves, devrait les amener à :

- chercher des informations de sources diversifiées ;
- juger de la pertinence de ces informations, de leur suffisance et de leur crédibilité ;
- prendre conscience des processus de construction des savoirs et de leurs limites ainsi que de leurs propres biais.

### **11. Développement d'attitudes utiles au travail scientifique**

La liste des attitudes et des qualités dont l'élève en sciences devrait faire la preuve est longue et personne ne saurait les posséder toutes à un niveau très poussé.

L'activité facilite le développement de ces attitudes et de ces qualités si l'élève manifeste, entre autres :

- le goût de l'effort soutenu ;
- la persévérance ;
- la curiosité ;
- la créativité ;
- la souplesse et la flexibilité ;
- l'esprit d'entraide ;
- l'esprit critique.

### **12. Définition du système de valeurs des élèves**

L'élève en sciences de la nature doit être amené à définir son système de valeurs. Ce cheminement devrait déboucher, pour l'élève, sur le choix de ses propres valeurs en tant que scientifique.

À cette fin, l'activité facilite le développement du système de valeurs de l'élève s'il :

- reconnaît et choisit ses valeurs personnelles;
- se réfère à des considérations éthiques et à son système de valeurs dans sa prise de décision et le choix de ses comportements.

Les cours des disciplines expérimentales peuvent aborder, par exemple, des questions liées à la pollution, à l'environnement ou aux biotechnologies, et ainsi, fournir à l'élève les connaissances et habiletés sur lesquelles appuyer ses prises de positions personnelles.

### **13. Utilisation des technologies de traitement de l'information**

L'élève en sciences doit avoir acquis une certaine compétence dans le choix et l'utilisation des outils technologiques disponibles. En d'autres mots, l'activité utilise des technologies de l'information si l'élève :

- utilise l'ordinateur et ses principaux périphériques;
- utilise les principaux types de logiciels de traitement de l'information : traitement de texte, traitement de données, traitement de l'image, logiciels spécialisés, etc. ;
- est initié à la programmation d'algorithmes (élèves se dirigeant, plus particulièrement, en sciences appliquées et en génie).

### **14. Établissement de liens entre la science, la technologie et la société**

L'activité facilite l'établissement de liens entre la science, la technologie et la société si l'élève :

- constate la puissance et les limites de la science et de la technologie;
- discute de l'influence de la société sur la construction des connaissances scientifiques ou de leurs conséquences sur la société.

### **15. Établissement du contexte d'émergence et d'élaboration des concepts scientifiques**

L'activité facilite l'établissement du contexte d'émergence et d'élaboration des concepts scientifiques si l'élève :

- situe, dans l'histoire du développement de la pensée humaine, l'émergence et l'évolution des concepts enseignés;
- reconnaît les modes de construction et de transformation des connaissances, lorsqu'elles sont soumises à la discussion et à la validation sous forme d'hypothèses de recherche.

### **16. Traitement de situations nouvelles à partir des acquis des élèves**

L'activité facilite le traitement de situations nouvelles à partir des acquis des élèves si ces derniers :

- perçoivent une continuité entre les cours d'une même discipline;
- établissent des liens entre les différentes disciplines du programme;
- intègrent et transfèrent leurs acquis à la résolution de problèmes dans des situations nouvelles.

# DÉMARCHE DE MODÉLISATION EN MATHÉMATIQUES

Présentée par **Philippe Etchecopar** et **Céline Saint-Pierre**

Types d'intégration des apprentissages plus particulièrement privilégiés par l'activité		Habilités intellectuelles les plus mises à contribution dans la réalisation de l'activité		Types de motivation suscités par l'activité	
Assimilation	X	Porter attention	X	Liberté	X
Modélisation	X	Repérer	X	Appartenance	
Application	X	Associer	X	Cohésion	X
Transfert		Décomposer	X	Fierté	X
Régulation	X	Catégoriser	X	Curiosité	X
		Synthétiser	X	Clarté	X
		Inférer	X	Certitude	X
		Programmer		Authenticité	X
		Organiser		Créativité	

Une brève description comparée des types d'intégration, d'habiletés intellectuelles et de motivation est incluse en annexe. Pour en savoir plus, voir : **Archambault Guy** (2000), *47 façons pratiques de conjuguer enseigner avec apprendre, Les pratiques spécifiques à la profession enseignante*, Deuxième édition, Les presses de l'Université Laval, Sainte-Foy.

## Commentaires

Cette activité est une sorte d'épreuve synthèse où on expérimente un apprentissage complexe du type de la modélisation par un processus de découverte scientifique propre aux mathématiques. C'est surtout parce qu'elle est appliquée à une problématique interdisciplinaire, que l'activité de modélisation, expérience courante en mathématiques, revêt son caractère novateur. L'ampleur de l'activité privilégie le recours à quatre des cinq processus d'intégration des apprentissages. Sept des neuf habiletés intellectuelles nécessaires à la réalisation d'un projet complexe sont particulièrement mises à contribution dans cette activité d'intégration.

La modélisation, pour réussir, doit tabler sur la motivation intrinsèque des étudiants. Si des rencontres de tutorat sont spécifiquement prévues et tenues avec empathie, constance et régularité (ceci ajoute alors au caractère novateur de l'activité), elles peuvent contribuer à l'émergence d'un sentiment de cohésion entre les deux équipiers et le tuteur, ainsi qu'à un sentiment de fierté personnelle une fois les modélisations réalisées. Ce type d'épreuve synthèse, par ailleurs, exige, d'une part, un sentiment de curiosité scientifique et, d'autre part, un grand sentiment d'autonomie personnelle pour sa réalisation. Cette activité, en mettant l'étudiant en action dans l'expression de ses recherches et découvertes, contribue à développer un sentiment de certitude quant à la modélisation de problématiques interdisciplinaires et à la formulation d'hypothèses plausibles pour les résoudre.

## Description des critères

### Processus d'intégration impliqués dans l'apprentissage en profondeur

<b>Assimilation</b>	Première forme d'intégration des apprentissages qui repose sur l'engrammation progressive de sensations et perceptions simples ou complexes, plus ou moins modélisées, plus ou moins appliquées au réel. Elle assure l'incorporation des apprentissages dans la mémoire à long terme.
<b>Modélisation</b>	Deuxième forme de l'intégration des apprentissages qui relie et coordonne des connaissances, des habiletés et des attitudes en un tout différent de ses parties, pour mieux assurer leur incorporation dans la mémoire à long terme ou pour restructurer les apprentissages lorsqu'on ajoute de nouveaux acquis à du connu déjà constitué dans un ensemble.
<b>Application</b>	Troisième forme de l'intégration des apprentissages qui consiste à ancrer des acquis d'apprentissages fraîchement assimilés et modélisés en les utilisant dans un agir sur le réel dans un contexte familier.
<b>Transfert</b>	Quatrième forme de l'intégration des apprentissages qui consiste à ancrer les acquis d'apprentissages dans le réel en appliquant, par l'intermédiaire d'un processus de résolution de problème, un ensemble de compétences à un nouveau contexte en interdépendance avec les personnes qui le constituent.
<b>Régulation</b>	Cinquième forme de l'intégration des apprentissages qui assure l'ancrage des acquis par un regard distancié sur le résultat et le processus d'un apprentissage. La distanciation assure la métacognition des résultats notamment en les comparant avec les objectifs de départ. Elle mène aussi à la régulation du processus suite à l'examen du chemin parcouru dans les quatre autres formes d'intégration.

### Habiletés intellectuelles impliquées dans l'apprentissage en profondeur

<b>Porter attention</b>	Habileté à prendre conscience d'un aspect précis dans un magma, et à s'y immerger pour simplement prendre acte de sa présence.
<b>Repérer</b>	Habileté à examiner avec attention différentes facettes d'un phénomène, d'une impression, d'un fait en étant successivement très attentif à chacun d'eux.
<b>Associer</b>	Habileté à mettre deux choses ensemble en vertu d'un critère cognitif ou émotif, objectif ou subjectif.
<b>Décomposer</b>	Habileté à séparer nettement, à l'aide de critères, les parties d'un tout.
<b>Catégoriser</b>	Habileté à répartir un ensemble de choses en plusieurs groupes dans un certain ordre et selon certains critères prédéterminés de ressemblance et de différence.
<b>Synthétiser</b>	Habileté à décrire un ensemble complexe en rappelant ses principaux éléments caractéristiques et en lui conférant, parfois, un sens universel, une valeur représentative ou explicative.
<b>Inférer</b>	Habileté à conduire à terme un raisonnement par une série de propositions qui découlent de prémisses reconnues ou ressenties comme vraies ou vraisemblables.
<b>Programmer</b>	Habileté à disposer des éléments en ordre, les uns par rapport aux autres, dans une séquence temporelle, selon une certaine logique.
<b>Organiser</b>	Habileté à donner une forme systémique, utile ou esthétique mais signifiante et dynamique, à un ensemble de contenus et de contenants (ou à un ensemble de moyens, d'activités et de résultats) qui sont à l'origine isolés ou disparates.

### Types de motivation impliqués dans l'apprentissage en profondeur

<b>Liberté</b>	Sentiment indiquant que le besoin d'avoir un territoire en classe, ou celui de voir son rythme d'apprentissage respecté, est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui d'étouffer ou d'être bousculé).
<b>Appartenance</b>	Sentiment indiquant que le besoin d'être partie du groupe classe est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui d'être rejeté ou exclus.).
<b>Cohésion</b>	Sentiment indiquant que le besoin de solidarité dans la poursuite des objectifs d'apprentissage est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui d'être en constante compétition).
<b>Fierté</b>	Sentiment indiquant que le besoin d'être quelqu'un de significatif est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui de honte).
<b>Curiosité</b>	Sentiment indiquant que le besoin de comprendre est éveillé, agréablement titillé par l'activité (un sentiment inverse est celui d'ennui).
<b>Clarté</b>	Sentiment indiquant que le besoin de comprendre est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui de confusion).
<b>Certitude</b>	Sentiment indiquant que le besoin d'ancrer l'apprentissage est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui du doute).
<b>Authenticité</b>	Sentiment indiquant que le besoin d'expression (orale, écrite, graphique, scénique, artistique ou technique) est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui de conformité).
<b>Créativité</b>	Sentiment indiquant que le besoin de transcendance est satisfait par l'activité (un sentiment inverse est celui de banalité).