

# **Évaluation périodique des programmes de maîtrise recherche et de doctorat en génie des mines**

Faculté des sciences et de génie

*Conseil universitaire du 4 décembre 2018*



## **SOMMAIRE DU RAPPORT SYNTHÈSE D'ÉVALUATION**

Les programmes de maîtrise recherche (M. Sc.) et de doctorat (Ph. D.) en génie des mines sont rattachés à la Faculté des sciences et de génie (FSG). L'enseignement de cette discipline est sous la responsabilité du Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux.

La maîtrise compte 45 crédits alors que le doctorat en compte 96. À la session d'automne 2016, 10 étudiants étaient inscrits à la maîtrise et 3 au doctorat. Les programmes font ici l'objet d'une deuxième évaluation périodique ; la dernière évaluation remonte à 2006 (CU-2006-56).

Pour les besoins de l'évaluation institutionnelle, le Vice-rectorat aux études et aux affaires étudiantes (VREAE) a réalisé, durant l'automne 2015, quatre consultations auprès des personnes concernées par les programmes. La direction des programmes a déposé un dossier d'autoévaluation, incluant les résultats des consultations, en décembre 2016. Ce dossier a été transmis à deux experts provenant de Polytechnique Montréal et de l'Université de Toronto. Les experts ont effectué une visite à l'Université Laval en mai 2017 afin de rencontrer tous les intervenants et de rédiger leur rapport d'évaluation. Par la suite, le Comité institutionnel d'évaluation des programmes (CIEP) s'est réuni pour analyser l'ensemble de la documentation disponible et pour produire le présent rapport synthèse d'évaluation. Afin de porter un jugement sur les programmes, le CIEP s'est référé à la Politique d'évaluation périodique des programmes de formation de l'Université Laval<sup>1</sup>.

Selon les normes d'évaluation établies à partir de la Politique, le CIEP juge que les programmes de maîtrise et de doctorat en génie des mines sont pertinents et ont un fort potentiel de développement. Le CIEP a identifié les principales forces de ces programmes. Il a formulé des recommandations dans le but de s'assurer que les programmes satisfont pleinement aux normes d'évaluation et il a aussi fait une suggestion pour les améliorer.

### **PRINCIPALES FORCES**

- La pertinence de la formation pour l'industrie minière et l'économie du Québec.
- Le caractère unique au Québec de la formation portant sur la mécanique des roches appliquée aux mines à ciel ouvert et souterraines.
- L'employabilité des diplômés.
- La satisfaction des étudiants quant à la formation reçue.
- Les possibilités pour les étudiants de bénéficier d'un soutien financier.

### **RECOMMANDATIONS**

- Que l'on précise les objectifs des programmes en tenant compte du Règlement des études.
- Que l'on s'assure que les programmes couvrent les secteurs importants et en émergence dans le domaine.
- Que l'on mette davantage en évidence les spécificités des programmes et leur complémentarité par rapport aux programmes en génie des matériaux et de la métallurgie.
- Que l'on précise les exigences linguistiques des programmes.
- Que l'on mette en place des mesures pour augmenter l'effectif étudiant.

---

1. Source :

[http://www.vre.ulaval.ca/qualite\\_de\\_la\\_formation/evaluation\\_des\\_programmes/politique\\_devaluation\\_periodique/](http://www.vre.ulaval.ca/qualite_de_la_formation/evaluation_des_programmes/politique_devaluation_periodique/)

- Que l'on abaisse le nombre de crédits de 96 à 90 au doctorat.
- Que l'on bonifie l'offre de cours et que l'on s'assure que les cours sont offerts sur une base régulière.
- Que l'on évalue la qualité de l'enseignement sur une base régulière.
- Que l'on mette en place des mesures de soutien à la réussite, notamment en vue d'améliorer la diplomation.
- Que l'on dynamise la recherche par des partenariats avec l'industrie et des chaires de recherche.
- Que l'on s'assure que la composition du comité des programmes est conforme au Règlement des études.

#### **SUGGESTION**

- Que l'on mette les efforts nécessaires pour renouveler et moderniser les équipements de laboratoire.

Conformément à la Politique, le doyen de la FSG devra proposer des moyens pour donner suite à chacune des recommandations et à la suggestion par un plan d'action.

# Évaluation périodique des programmes

## Maîtrise recherche et doctorat en génie des mines

### PLAN D'ACTION DU DOYEN de la Faculté des sciences et de génie

soumis au  
Vice-recteur aux études et aux affaires étudiantes

23 novembre 2018



## 1. Introduction

Comme le prévoit la Politique d'évaluation périodique des programmes de formation de l'Université Laval, le doyen de la Faculté des sciences et de génie a préparé ce plan d'action afin de donner suite aux recommandations et aux suggestions du Comité institutionnel d'évaluation des programmes (CIEP).

Les programmes de maîtrise recherche et de doctorat en génie des mines ont été évalués concurremment avec les programmes de maîtrise recherche et de doctorat en génie des matériaux et de la métallurgie.

La visite d'évaluation des experts externes, M. Giovanni Grasselli du Département de génie civil de l'Université de Toronto (mines et minéralurgie) et M. Gregory de Crescenzo du Département de génie chimique de l'École Polytechnique de Montréal (métallurgie et matériaux), s'est déroulée les 4 et 5 mai 2017.

## 2. Présentation de la discipline, des programmes et des perspectives d'avenir

Les programmes en génie des mines de l'Université Laval ont comme objectif le développement des habiletés de recherche, en mettant l'accent sur la recherche appliquée. Presque tous les projets de recherche dans ces programmes sont caractérisés par une collaboration étroite avec l'industrie minière québécoise et canadienne. Cet état de fait constitue le point fort des deux programmes.

Les champs de recherche proposés reflètent les intérêts de recherche des professeurs du département :

- la mécanique des roches et l'ingénierie du roc,
- la stabilité des ouvrages miniers dans le roc,
- l'optimisation des opérations des mines à ciel ouvert,
- l'environnement minier (incluant le drainage minier acide et la détection par satellites des impacts environnementaux des opérations minières),
- l'optimisation de la ventilation et la climatisation minière,
- la ventilation et la climatisation sur demande des mines souterraines, l'impact des émissions diesel dans les mines souterraines,
- l'optimisation de la consommation énergétique des opérations minières,
- le potentiel d'utilisation de l'énergie éolienne pour les mines du Grand Nord canadien,
- l'optimisation de l'équipement minier (incluant l'électrification, la performance et la fiabilité),
- les méthodes d'abattage des roches dures sans explosifs,
- les méthodes d'exploitation souterraine des gisements filoniens,
- le développement des détecteurs d'or dans les mines souterraines,
- l'optimisation des opérations souterraines avec l'emphase sur les mines profondes,
- le traitement des minerais des terres rares,
- la modélisation, le contrôle et l'optimisation des procédés en traitement de minerais.

Le mythe de l'ingénieur minier qui travaille uniquement avec « le pic et la pelle » pour casser de la roche est tenace. Pourtant, l'industrie utilise des technologies de pointe. Par exemple, dans les mines souterraines, les ingénieurs peuvent désormais contrôler la qualité de l'air en temps réel grâce à des systèmes informatisés.

Les diplômés qui démontrent des habiletés de leadership peuvent devenir chefs de l'ingénierie, gestionnaires et même vice-présidents d'une compagnie minière. Comme des mines sont exploitées un peu partout sur la planète, la possibilité de faire carrière à l'international est bien réelle.

L'exploitation minière au Québec est un secteur d'activité très actif et important pour l'économie. De plus, les programmes des mines constituent le premier maillon de la chaîne menant aux nouveaux matériaux. La capacité du département de couvrir le spectre complet des activités d'ingénierie de la roche au matériau est une force attractive pour les étudiants.

### **3. Actions proposées pour répondre aux recommandations**

#### **Contexte**

Plusieurs des recommandations du CIEP sont tributaires du renouvellement du corps professoral en génie des mines afin de revitaliser et créer une véritable activité de recherche qui permettra d'établir de nouveaux partenariats de recherche avec l'industrie minière.

À cet effet, le plan de déploiement des effectifs du Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux a été renouvelé et adopté en mai 2018. Deux postes de professeurs ont depuis été ouverts et dotés dans le domaine de l'exploitation minière, et un poste sera prochainement ouvert dans le domaine du traitement du minerai et l'environnement. Outre ces postes, le plan de déploiement recommande le recrutement de professeures et professeurs dans les domaines de l'hydrométallurgie, de la géostatistique, de la conception minière.

Les personnes recrutées seront actives en recherche et auront démontré leur capacité ou leur potentiel à établir des partenariats et à obtenir des subventions pour financer leur recherche. Le plan prévoit aussi le développement de chaire de recherche en partenariat par l'équipe de professeurs.

Le renouvellement du corps professoral en génie des mines permettra de couvrir les secteurs importants et en émergence (R2), d'augmenter la capacité d'encadrement d'étudiants (R5), de bonifier l'offre de cours (R7), d'augmenter les partenariats avec l'industrie (R10) et de renouveler les équipements de laboratoire (S1).

Les actions proposées [A] pour répondre à chacune des recommandations [R] du CIEP sont les suivantes :

#### **R1 - Que l'on précise les objectifs des programmes en tenant compte du Règlement des études.**

##### **A-1.1 : Réviser des objectifs des programmes.**

Les objectifs des programmes seront décrits en termes de connaissances à acquérir, de compétences à développer et de profils de sortie recherchés au terme de la formation. L'accent sera mis sur les activités de recherche qui ont cours au département dans les secteurs du traitement des minerais, de l'environnement minier, de la mécanique des roches, de l'exploitation des mines à ciel ouvert et des mines profondes et de l'optimisation des méthodes d'exploitation.

Résultats escomptés : Respecter le Règlement des études et apporter un éclairage nouveau quant au potentiel d'employabilité des programmes auprès des étudiants.

## **R2 - Que l'on s'assure que les programmes couvrent les secteurs importants et en émergence dans le domaine.**

### **A-2.1 : Réviser et mettre en œuvre le plan de déploiement des effectifs professoraux du Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux.**

Comme il a été mentionné en introduction à la section, le plan de déploiement des effectifs du Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux prévoit l'embauche de professeurs dans les secteurs importants et en émergence du domaine.

Le domaine du génie des mines est en grande effervescence et présente un grand potentiel pour la mise sur pied de chaires industrielles et de chaires de leadership en enseignement. Le plan de déploiement des effectifs prévoit donc que des actions seront menées pour que de telles chaires voient le jour.

Résultats escomptés : Diversifier les activités de recherche dans les secteurs importants et en émergence.

## **R3 - Que l'on mette davantage en évidence les spécificités des programmes et leur complémentarité par rapport aux programmes en génie des matériaux et de la métallurgie.**

### **A-3.1 : Réviser la description des programmes**

La description des programmes présentera les particularités des programmes des cycles supérieurs en génie des mines. Entre autres, on fera mention que ces programmes sont les seuls au Québec à être offerts en français et portant exclusivement sur la recherche en génie des mines (les programmes des autres universités couvrant à la fois les secteurs des mines, de la géologie, des matériaux ou du génie civil). On mettra également de l'avant l'interaction forte entre les activités des deux programmes des cycles supérieurs (mines et minéralurgie; métallurgie et matériaux) qui vont de l'extraction de la matière première de la mine jusqu'à la synthèse de nanomatériaux pour des applications en imagerie médicale.

Résultats escomptés : Permettre aux étudiants de mieux comprendre l'interrelation entre les programmes du département.

## **R4 - Que l'on précise les exigences linguistiques des programmes.**

### **A-4.1 : Déterminer et préciser les exigences linguistiques des programmes en respect du Règlement des études.**

La direction des programmes des cycles supérieurs, en collaboration avec la direction de la Faculté des sciences et de génie, déterminera les exigences linguistiques des programmes afin de favoriser la réussite des étudiants qui seront admis tout tenant compte du contexte international de la clientèle étudiante. Ces nouvelles règles seront établies en fonction de résultats des étudiants à des tests standards d'évaluation de capacité linguistique.

Résultats escomptés : Respecter le Règlement des études et permettre aux étudiants d'être adéquatement informés des exigences linguistiques des programmes.

## **R5 - Que l'on mette en place des mesures pour augmenter l'effectif étudiant.**

### **A-5.1 : Recruter des professeurs**

Comme expliqué en introduction à la section, de nouveaux professeurs actifs en recherche ont ou seront engagés ce qui permettra d'augmenter la capacité d'accueil. De plus, nous travaillons à mettre en place des partenariats pour engager d'autres professeurs.

Résultats escomptés : Augmenter la capacité d'accueil pour les programmes.

## **R6 - Que l'on abaisse le nombre de crédits de 96 à 90 au doctorat.**

### **A-6.1 : Diminuer de six le nombre de crédits dans les blocs de recherche.**

Le nombre de crédits des blocs de recherche a été réduit de 6 crédits.

Résultats escomptés : Rendre le programme conforme au Règlement des études.

## **R7 - Que l'on bonifie l'offre de cours et que l'on s'assure que les cours sont offerts sur une base régulière.**

### **A-7.1 : Enseigner des cours de manière concomitante en mode multicycles avec un contenu et des évaluations enrichis aux cycles supérieurs.**

Avec l'entrée en fonction de nouveaux professeurs, le département pourra graduellement mettre à l'horaire des versions multicycles de cours comme GMN-4001 Mécanique des roches avancée, et GMN-4010 Procédés minéralurgiques 2. Ces cours multicycles sont caractérisés par un contenu de base de niveau de premier cycle et un contenu enrichi de niveau des cycles supérieurs. Les plans de cours et les évaluations seront distincts selon que l'on soit un étudiant au baccalauréat ou aux cycles supérieurs.

Résultats escomptés : Mise à l'horaire de deux nouveaux cours à option.

### **A-7.2 : Recruter des professeurs.**

Comme expliqué en introduction à la section, l'embauche de professeurs actifs en recherche et la diversification des activités en recherche contribueront au développement et à l'offre de nouveaux cours aux cycles supérieurs.

Résultats escomptés : Développer et offrir de nouveaux cours.

### **A-7.3 : Mettre à l'horaire les cours sur un cycle de deux ans et diffuser cet horaire.**

Le département offrira les cours de cycles supérieurs de façon régulière sur un cycle de deux ans, et fera connaître le calendrier de cette offre de cours.

## **R8 - Que l'on évalue la qualité de l'enseignement sur une base régulière.**

### **A-8.1 : Assurer que les cours offerts par le département fassent l'objet d'une appréciation régulière par les étudiants.**

La direction du département s'assure que les cours de l'unité fassent l'objet d'une appréciation régulière par les étudiants, et ce conformément à la politique adoptée par l'assemblée des professeurs de l'unité et à la politique institutionnelle.

Résultats escomptés : Attester la qualité de l'enseignement et encourager les bonnes pratiques pédagogiques auprès des enseignants.



**R9 - Que l'on mette en place des mesures de soutien à la réussite, notamment en vue d'améliorer la diplomation.**

**A-9.1 : Mettre en place un plan de collaboration**

Le comité des programmes de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle proposera un devis de plan de collaboration à l'intention des étudiants des programmes de maîtrise et de doctorat en génie des mines et de leurs directeurs de thèses, et demandera à ce que ce plan soit complété au cours de la première session d'inscription.

Résultats escomptés : Proposer un meilleur suivi des étudiants tout au long de leur programme.

**A-9.2 : Mettre sur pied un comité d'encadrement**

Le comité de programme mettra sur pied les règles et procédures d'un comité d'encadrement pour chaque étudiant.

Résultats escomptés : Proposer un meilleur suivi des étudiants tout au long de leur programme.

**R10 - Que l'on dynamise la recherche par des partenariats avec l'industrie et des chaires de recherche.**

**A-10.1 : Préparer un plan de développement de la formation et de la recherche en mines**

Outre le recrutement de professeurs qui permettront de revitaliser et créer une véritable activité de recherche qui mènera à des partenariats avec l'industrie, la direction du département prépara un plan de développement de la formation et de la recherche en mines en collaboration avec les entreprises et organisations publiques du secteur minier.

Résultats escomptés : Engager de façon durable les entreprises et organisations publiques du secteur minier dans le développement de la formation en mines.

**R11 - Que l'on s'assure que la composition du comité des programmes est conforme au Règlement des études.**

**A-11-1 : Maintenir la composition actuelle du comité de programme puisqu'elle est conforme.**

La composition du comité de programme est conforme au Règlement des études. Il est composé du directeur de programme, et à parité de trois professeurs et de trois étudiants des cycles supérieurs. Une erreur s'était simplement glissée dans le document d'autoévaluation.

## **4. Actions proposées pour répondre aux suggestions**

Afin de répondre à chacune des suggestions [S] du CIEP, les actions suivantes sont proposées [AS] :

**S1 - Que l'on mette les efforts nécessaires pour renouveler et moderniser les équipements de laboratoire.**

**AS-1.1 : Recruter des professeurs actifs en recherche et des développer des partenariats avec les entreprises minières**

Comme il a été mentionné à plusieurs reprises dans ce document, le développement de la recherche en génie des mines est tributaire de l'augmentation du corps professoral actif en recherche. L'arrivée de nouveaux professeurs actifs en recherche et le développement de partenariats permettront entre autres de renouveler et moderniser les équipements de laboratoire.

Résultats escomptés : Renouveler et moderniser des équipements de laboratoire.

## 5. Échéancier

N° d'action	Action proposée	Session de réalisation	Responsable
<b>R1 - Que l'on précise les objectifs des programmes en tenant compte du Règlement des études.</b>			
A-1.1	Réviser les objectifs des programmes	H2019	Directeur des programmes
<b>R2 - Que l'on s'assure que les programmes couvrent les secteurs importants et en émergence dans le domaine.</b>			
A-2.1	Réviser et mettre en œuvre le plan de déploiement des effectifs professoraux du département.	En continu E2018	Doyen, Directeur de Département
<b>R3 - Que l'on mette davantage en évidence les spécificités des programmes et leur complémentarité par rapport aux programmes en génie des matériaux et de la métallurgie.</b>			
A-3.1	Réviser la description des programmes.	H2019	Directeur de programme
<b>R4 - Que l'on précise les exigences linguistiques des programmes.</b>			
A-4.1	Déterminer et préciser les exigences linguistiques des programmes en respect du Règlement des études.	H2019	Directeur des programmes
<b>R5 - Que l'on mette en place des mesures pour augmenter l'effectif étudiant.</b>			
A-5.1	Recruter des professeurs.	En continu A2018	Doyen, Directeur de Département
<b>R6 - Que l'on abaisse le nombre de crédits de 96 à 90 au doctorat.</b>			
A-6.1	Diminuer de six le nombre de crédits dans les blocs de recherche.	A2018	Directeur des programmes
<b>R7 - Que l'on bonifie l'offre de cours et que l'on s'assure que les cours sont offerts sur une base régulière.</b>			
A-7.1	Enseigner des cours de manière concomitante en mode multicycles avec un contenu et des évaluations enrichies aux cycles supérieurs.	En continu A2019	Directeur de Département
A-7.2	Recruter des professeurs	En continu A2018	Doyen, Directeur de Département
A-7.3	Mettre à l'horaire les cours sur un cycle de deux ans et diffuser cet horaire.	En continu A2019	Directeur de Département
<b>R8 - Que l'on évalue la qualité de l'enseignement sur une base régulière.</b>			
A-8.1	Assurer que les cours offerts par le département fassent l'objet d'une appréciation régulière par les étudiants.	En continu A2018	Directeur de Département
<b>R9 - Que l'on mette en place des mesures de soutien à la réussite, notamment en vue d'améliorer la diplomation.</b>			
A-9.1	Mettre en place un plan de collaboration.	A2019	Directeur des programmes

N° d'action	Action proposée	Session de réalisation	Responsable
A-9.2	Mettre sur pied un comité d'encadrement	A2019	Directeur des programmes
<b>R10 - Que l'on dynamise la recherche par des partenariats avec l'industrie et des chaires de recherche.</b>			
A-10.1	Préparer un plan de développement de la formation et de la recherche en mines.	E2019	Directeur de Département
<b>R11 - Que l'on s'assure que la composition du comité des programmes est conforme au Règlement des études.</b>			
A-11.1	Maintenir la composition actuelle puisqu'elle est conforme au Règlement des études.	H2018	Directeur des programmes
<b>S1 - Que l'on mette les efforts nécessaires pour renouveler et moderniser les équipements de laboratoire.</b>			
AS-1.1	Recruter des professeurs actifs en recherche et développer des partenariats avec les entreprises minières	En continu A2018	Doyen, Directeur du département

## 6. Remerciements

Je remercie sincèrement tous ceux et celles qui ont participé à cet important exercice d'évaluation périodique des programmes de cycles supérieurs en mines de la Faculté des sciences et de génie. En particulier, je salue l'excellent travail effectué par les évaluateurs experts, ainsi que la contribution du professeur Gaétan Laroche, directeur des programmes, de la direction du Département de génie des mines, de la métallurgie, et des matériaux, et celles des professeurs et des membres du personnel de l'unité.

Je témoigne ma reconnaissance également au personnel du Vice-rectorat aux études et aux affaires étudiantes, aux membres du Comité institutionnel d'évaluation des programmes, et à la responsable de l'élaboration et évaluation des programmes, Mme Annick Jaton, pour leur collaboration et accompagnement lors de cet exercice d'évaluation.

Le doyen,



André Zaccarin, ing., Ph. D.