



RÉSUMÉ DU PLAN INSTITUTIONNEL DE LA RECHERCHE (AVRIL 2016)

Ce document expose les orientations stratégiques et priorités d'action de Polytechnique Montréal (ÉPM) en recherche. Revu et réajusté régulièrement, ce plan répond notamment aux exigences du programme des Chaires de recherche du Canada (CRC), des organismes subventionnaires fédéraux et provinciaux et de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI).

1. Introduction

L'ÉPM est l'une des plus importantes institutions universitaires de recherche en génie au Canada. Sa mission consiste à : i) dispenser une formation universitaire de qualité en ingénierie à tous les cycles en mettant l'accent sur les valeurs humaines; ii) réaliser des recherches pertinentes et de haut niveau, qui sont à la base de la formation à la maîtrise et au doctorat, et tenant compte des besoins du milieu industriel et de la société; iii) avoir un rayonnement intellectuel et social, concrétisé par des interactions avec les milieux externes, tant au Canada qu'à l'étranger. Depuis sa fondation en 1873, l'ÉPM a formé plus de 42 000 ingénieurs, scientifiques et chercheurs. Elle a ainsi contribué à d'importantes découvertes et au développement de nombreuses technologies dans toutes les sphères du génie.

2. Philosophie de recherche et pôles d'excellence

Le budget annuel de recherche de l'ÉPM oscille autour de 80M\$. Afin de maximiser sa contribution au développement économique et social du Québec et du Canada, l'ÉPM mise sur : i) la formation de personnel hautement qualifié grandement compétent sur les plans scientifique et technique; ii) l'avancement des connaissances dans des domaines porteurs d'avenir et la poursuite de recherches menant à des technologies de rupture; iii) le développement de nouvelles technologies prometteuses; iv) le transfert des technologies développées par ses chercheurs et étudiants vers l'industrie. Conformément aux priorités gouvernementales en matière de recherche et d'innovation, l'ÉPM a mis en place son plan stratégique de la recherche et de l'innovation 2011-2016 placé sous le thème « *Engagés pour le progrès* ». Ce document préconise une organisation de la recherche autour de 6 pôles d'excellence.

L'ÉPM a des activités de recherche dans **3 pôles d'excellence sectoriels** dans des domaines très compétitifs qui revêtent une importance stratégique pour Montréal et le Québec : i) l'aérospatiale et les transports; ii) le multimédia, l'informatique et les télécommunications; iii) la science et le génie du vivant. Ces pôles sont soutenus par un environnement sectoriel structuré et par la présence locale de nombreux donneurs d'ordres, PME et consortia de recherche. L'ÉPM a également des forces majeures dans **3 pôles d'excellence thématiques** correspondant à des technologies transversales et souvent habilitantes : i) les matériaux de pointe et les nanotechnologies; ii) la science et le génie des systèmes; iii) l'énergie, l'environnement et le développement durable. Les applications de ces recherches thématiques touchent de multiples secteurs aux technologies souvent encore naissantes.

	Chaires industrielles	Instituts, centres et groupes de recherche	Chaires de recherche du Canada et CREP	Nombre de projets FCI-Qc-Part.	Investissements FCI-Qc-Part. (part de l'ÉPM)
Aérospatiale et Transports	3	5	1 + 1 en attente	8	\$12,174,203
Multimédia-Info-Télécoms	1	10	6	20	\$45,748,450
Science et Génie du vivant	2	2	7	26	\$64,077,133
Matériaux de pointe/Nanos	4	5	4	29	\$52,808,230
Science et Génie des systèmes	4	7	4 + 1 CERC	22	\$48,502,748
Énergie/Env/Dvt Durable	6	9	1 + 1 en attente	6	\$14,740,089
TOTAL	20	38	23 + 2 en attente	111	\$238,050,853

3. Organisation de la recherche

3.1 Instituts, centres et groupes de recherche

Nos chercheurs sont organisés autour de grands instituts, centres et groupes de recherche qui disposent d'infrastructures à la fine pointe de la technologie, d'équipements diversifiés et de ressources humaines hautement spécialisées. Le déploiement et l'exploitation de ces infrastructures sont assujettis à une nouvelle politique sur la planification et la gestion de l'infrastructure de recherche de l'institution.

Pôles d'excellence	Nom des principales unités de recherche
Aérospatiale et transports	Centre de recherche sur les transports (CIRRELT) Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD) Groupe MADITUC de planification en transport urbain Groupe d'analyse et de composants mécaniques (GACM) Groupe de recherche en mathématiques de l'ingénierie assistée par ordinateur (GRMIAO)
Multimédia, informatique et télécommunications	Centre de recherche avancée en micro-ondes et en électronique spatiale (POLY-GRAMES) Centre de recherche en électronique radiofréquence (CRÉER)* Centre de recherche en informatique de Montréal (CRIM) * Regroupement stratégique en microélectronique du Québec (RESMIQ)* Groupe de recherche en perception et robotique (GRPR) Groupe de recherche en microélectronique et microsystèmes (GR2M) Groupe de recherche en réseautique et informatique mobile (GRIM) Groupe de recherche en optique-photonique (Polyphotonique) Groupe de recherche en développement et fabrication des produits (GRDFP) Groupe de recherche en génie logiciel (PolyMORSE)
Science et génie du vivant	Groupe de recherche en sciences et technologies biomédicales (Centre GRSTB)* Groupe de recherche en biomécanique et biomatériaux (GRBB)
Matériaux de pointe et nanotechnologies	Centre de recherche en plasturgie et composites (CREPEC)* Centre de caractérisation microscopique des matériaux (CM) ² Centre de recherche en calcul thermochimique (CRCT) Groupe de recherche en physique et technologie des couches minces (GCM)* Groupe de recherche sur les composites à haute performance (GCHP)
Science et génie des systèmes	Institut de valorisation des données (IVADO)* Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT)* Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO)* Centre risque & performance Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GÉRAD)* Groupe d'analyse nucléaire (GAN) Groupe de recherches et d'études en génie des structures (GRS)
Énergie, environnement et développement durable	Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (EDDEC)* Institut de l'énergie Trottier (IET)* Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et gestion du cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG)* Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés de traitement des eaux (CREDEAU)* Centre interdisciplinaire de recherche en opérationnalisation du développement durable (CIRODD)* Centre de recherche en ingénierie de procédés – bioraffinage (CRIP) Groupe expérimental et numérique d'ingénierie des écoulements d'eau (GENIE EAU) Groupe de Recherche en Procédés d'Écoulements Industriels (URPEI) Unité de recherche sur l'efficacité énergétique et le dvt durable de la bioraffinerie forestière (E2D2BF)

*Unités de recherche interuniversitaires

3.2 Chaires de recherche

Chaires de recherche du Canada (CRC) : L'ÉPM héberge 25 CRC instituées conformément à nos priorités institutionnelles en recherche. Afin que le programme des CRC ait un impact sur la relève de notre corps professoral, toute CRC attribuée à l'interne ne l'a été qu'à la condition que les fonds salariaux du titulaire libérés grâce à la subvention de la chaire, contribuent à créer un nouveau poste de professeur. Ainsi, l'ÉPM entend respecter le principe de base qu'une chaire soit avant tout un levier pour la création de postes de professeurs. Un premier bilan sur les retombées du programme a révélé qu'il avait eu une incidence majeure pour l'ÉPM, tant au niveau de l'attraction que de la rétention de chercheurs de haut calibre au sein de notre institution.

Chaires industrielles : À titre d'établissement se voulant proche du milieu industriel et de la société, et par souci de mener des recherches pertinentes et de haut niveau tenant compte des besoins du milieu industriel et de la société, l'ÉPM privilégie l'établissement de collaborations à long terme avec ses partenaires industriels. Ses chaires industrielles permettent de maximiser l'impact des collaborations université-entreprise et de faciliter le transfert des efforts de recherche vers l'industrie canadienne. À ce jour, l'ÉPM compte 20 chaires de recherche industrielles, dont 13 chaires industrielles CRSNG.

Chaires de recherche de l'École Polytechnique (CREP) : En 2011, alors que les premières CRC 2 arrivaient à leur terme, l'ÉPM a mis en place un programme de transition pour ses titulaires de CRC 2, dont le second mandat est arrivé à terme, mais n'ayant pas accès à des CRC 1 avant 2015. Le programme de CREP témoigne de l'importance accordée par l'institution aux domaines dans lesquels elle avait préalablement établi ses CRC 2 et vise à maintenir le niveau d'activités de ces chercheurs en passe de devenir des chefs de file dans leur domaine.

Chaire d'excellence en recherche du Canada (CERC) : Forte de son expertise dans le domaine de la recherche opérationnelle et de la science des données, de ses collaborations étroites avec un réseau étendu d'experts académiques et industriels qui vaut aujourd'hui à Montréal d'être l'un des leaders mondiaux dans ce domaine, l'ÉPM de concert avec l'Université de Montréal et HEC, met actuellement en place cette très prestigieuse chaire qui, dans un contexte où nos gouvernements, scientifiques, décideurs font appel à des quantités toujours plus importantes de données pour prendre des décisions informées, générera d'importantes applications dans de nombreux secteurs de l'économie.

Pôles d'excellence	Nom des chaires et des titulaires
Aérospatiale et transports	CRC 2 en fabrication de microsystèmes et matériaux avancés (D. Therriault) CRC 2 en mobilité des personnes (C. Morency) Chaire de recherche sur l'évaluation et la mise en œuvre de la durabilité en transport (C. Morency) Chaire industrielle CRSNG/EACL/BWC en interaction fluide-structure (N. Mureithi et S. Étienne)
Multimédia, informatique et télécommunications	CRC 1 sur la modification et l'évolution des logiciels (G. Antonioli) CRC 1 en métamatériaux électromagnétiques (C. Caloz) CRC 1 en photonique terahertz omniprésent (M. Skorobogatiy) CRC 1 sur les systèmes photoniques futurs (R. Kashyap) CRC 2 sur les patrons logiciels et les patrons de logiciel (Y.G. Guéhéneuc) CRC 2 en photonique hybride et moléculaire (S. Kéna-Cohen) Chaire de recherche industrielle CRSNG/Huawei sur les technologies sans fil du futur (K. Wu)
Science et génie du vivant	CRC 1 en imagerie optique vasculaire (F. Lesage) CRC 1 en nanorobotique médicale (S. Martel) CRC 1 en génie orthopédique (C.E. Aubin) CRC 2 sur les biomatériaux protéinés (G. de Crescenzo) CRC 2 en mécanobiologie du système musculosquelettique pédiatrique (I. Villemure) CRC 2 en interventions assistées et en imagerie médicale (S. Kadoury) CRC 2 en imagerie par résonance magnétique quantitative (J. Cohen-Adad) Chaire de recherche École Polytechnique/CHU Ste-Justine en ingénierie de la réadaptation pédiatrique (M. Raison) Chaire industrielle CRSNG/Medtronic en biomécanique de la colonne vertébrale (C.E. Aubin)
Matériaux de pointe et nanotechnologies	CRC 1 sur les composites à haute performance (F. Trochu) CRC 2 sur les semi-conducteurs hybrides intégratifs à nanoéchelle (O. Moutanabbir) CRC 2 en modélisation à échelles multiples de matériaux aérospatiaux de pointe (M. Lévesque) Chaire industrielle CRSNG/Saputo/Excel-Pac en matériaux et films pour un emballage sécuritaire, intelligent et durable (A. Ajji) Chaire industrielle CRSNG/Safran sur les nouveaux matériaux composites 3D pour l'industrie aérospatiale (E. Ruiz) Chaire industrielle CRSNG/multisectorielle en revêtements et en ingénierie des surfaces (L. Martinu) Chaire industrielle Safran sur les composites à haute performance (F. Trochu)
Science et génie des systèmes	CERC sur la science des données pour la prise de décision en temps réel (A. Lodi) CRC 1 en création, développement et commercialisation de l'innovation (C. Beaudry) CRC 1 en conception et construction parasismiques des structures de bâtiments (R. Tremblay) CRC 1 en analytique et logistique des soins de santé (L.M. Rousseau) CRC 2 en optimisation non linéaire discrète en ingénierie (M. Anjos) Chaire industrielle Jarislowsky/SNC Lavalin en gestion des projets internationaux (R. Pellerin) Chaire industrielle CRSNG/Hydro-Québec en gestion optimale de la production d'électricité (M. Gendreau) Chaire industrielle CRSNG/Hydro-Québec/Schneider Electric Canada sur l'optimisation pour les réseaux électriques intelligents (M. Anjos) Chaire industrielle Hydro-Québec/RTE/EDF/Opal-RT en simulation multi-échelle de temps des transitoires dans

	les réseaux électriques de grandes dimensions (J. Mashedredjan)
Énergie, environnement et développement durable	CRC 1 en modélisation thermodynamique de procédés durables à haute température (P. Chartrand) CRC 2 en protection de l'eau potable (S. Dorner) CRC 2 en procédés mécano-chimiques intensifiés pour la conversion durable de la biomasse (D. Boffito) - en attente Chaire industrielle internationale sur le cycle de vie (R. Samson, M. Margni, L. Deschênes et J.P. Réveret (UQAM)) Chaire industrielle CRSNG en traitement des eaux potables (M. Prévost et B. Barbeau) Chaire industrielle CRSNG/TOTAL en modélisation de l'hydrodynamique des procédés multiphase sous conditions extrêmes (J. Chaouki et L. Fradette) Chaire industrielle Hydro-Québec en génie nucléaire (J. Koclas) Chaire de recherche sur la valorisation des matières résiduelles (R. Legros)

3.3 Regroupements interinstitutionnels

Afin d'exploiter au maximum ses effectifs de recherche, l'ÉPM préconise le maillage des compétences. Sa stratégie repose sur le programme de regroupements stratégiques du Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies (FRQ-NT), le programme de centres du Fonds de recherche du Québec - Santé (FRQ-S), les réseaux de centres d'excellence (RCE) et les réseaux CRSNG. L'ÉPM dirige plusieurs regroupements stratégiques financés par le FRQ-NT (ex. le regroupement stratégique en microsystèmes du Québec – ReSMIQ), est partie prenante dans plusieurs autres, dans plusieurs Réseaux CRSNG (ex. Cell-Factory Bioprocessing Research Network) et plusieurs RCE (ex. Centre de Recherche Poly-Grames). La participation de nos groupes et centres de recherche à ces regroupements est capitale car ceux-ci financent principalement l'infrastructure humaine de soutien et la mise en réseau, et rendent accessible aux diverses équipes membres l'infrastructure octroyée par la FCI et le gouvernement du Québec.

3.4 Grappes industrielles et consortia de recherche

Les activités de recherche de l'ÉPM sont également alignées avec les priorités des gouvernements fédéral et provincial. De ce fait, l'ÉPM est partie prenante dans les grandes grappes industrielles dans lesquelles elle possède des expertises. À titre d'exemple, l'ÉPM est un membre actif d'Aéro Montréal dans le secteur aérospatial, de Techno Montréal dans le secteur des TIC, de Montréal In-Vivo dans le secteur des sciences de la vie et des technologies de la santé et d'Écotech dans le secteur environnemental. Par ailleurs, l'ÉPM pilote ou participe activement à une douzaine de consortia de recherche précompétitive qui regroupent des chercheurs universitaires et des partenaires industriels. Parmi ces consortia, mentionnons le CRIAQ dans le secteur aérospatial, Prompt-Qc dans le domaine des TIC, MEDTEQ dans le secteur biomédical et Nano-Québec dans le secteur des nanotechnologies. La participation de l'ÉPM à ces grappes industrielles et consortia de recherche permet à notre institution de développer des liens forts et de maximiser son impact dans l'industrie locale.

4. Plan de développement des effectifs de la recherche

Entre le 1^{er} juin 2005 et le 31 mai 2014, l'ÉPM a embauché 108 professeurs (71 adjoints, 16 agrégés, 20 chargés d'enseignement et 1 titulaire) contre 75 départs à la retraite/démissions. Au 1^{er} juin 2014, elle comptait 231 professeurs, 13 chercheurs et 19 chargés d'enseignement. Afin d'être en mesure de répondre à sa clientèle étudiante et dans le but de faire face aux développements pressentis dans chacun de ses pôles d'excellence, l'ÉPM est actuellement en processus d'embauche de 14 professeurs et 4 chargés d'enseignement. Cela permettra à l'ÉPM de poursuivre l'augmentation de son effectif professoral et de sa masse critique de chercheurs.

5. Autres projets

Tel que mentionné précédemment, l'ÉPM collabore avec une multitude de partenaires académiques et industriels en recherche. Avec l'UdeM et HEC qui partagent le même campus, elle a contribué à la mise en place d'un pôle scientifique et technologique unique au Québec. Dans le cadre de notre grande campagne de financement amorcée en 2012 en collaboration avec l'UdeM et HEC, plusieurs initiatives destinées à appuyer les recherches menées par nos chercheurs et à renforcer les synergies existantes sur notre campus ont été proposées. Parmi elles, mentionnons la création de 4 nouveaux instituts de recherche dans des domaines porteurs et très synergiques, la création de nouveaux programmes de bourses et d'un centre d'entrepreneuriat qui permettra de capitaliser sur les avancées technologiques réalisées par nos chercheurs et étudiants et ainsi de renforcer notre contribution au dynamisme économique du Québec et du Canada.

6. Formation des chercheurs

L'ÉPM est réputée pour la qualité de la formation de ses diplômés qui occupent des postes stratégiques au Québec, au Canada et ailleurs dans le monde. Dans une société misant sur une population plus créative et entreprenante, l'ÉPM assure la formation de chercheurs et d'innovateurs capables de transférer leur savoir vers la société. La formation dispensée vise donc l'acquisition de compétences sur les plans scientifique et technique, mais également la formation d'une main d'œuvre capable d'affirmer rapidement son leadership, de lire son environnement, d'identifier des occasions favorables, de mobiliser des ressources et de trouver des solutions innovantes. En plus de former les chercheurs de demain, l'ÉPM, veut contribuer directement à l'augmentation de la R-D industrielle au Québec, en formant du personnel capable de saisir les enjeux locaux et globaux et d'y contribuer par des solutions originales.

L'ÉPM offre l'une des plus larges gammes de programmes de formation en génie au Canada avec 12 programmes de 1^{er} cycle (génies aérospatial, biomédical, chimique, civil, électrique, géologique, industriel, informatique, logiciel, mécanique, minier et physique). S'y ajoutent des programmes de maîtrise et de doctorat dans la plupart de ces disciplines ainsi qu'en génie énergétique, nucléaire, métallurgique et en mathématiques de l'ingénieur. La formation d'étudiants par la recherche, aux niveaux maîtrise, doctorat, postdoctoral ainsi que l'initiation d'étudiants de 1^{er} cycle se fait en étroite collaboration avec les directeurs de départements et la Direction de la recherche et de l'innovation (DRI).

Preuve de l'importance accordée à la formation de chercheurs et d'innovateurs, l'ÉPM s'est dotée au cours du temps d'une série d'initiatives « d'attrait » afin de retenir ses meilleurs étudiants (ex. exemption des droits différentiels pour les étudiants étrangers inscrits au doctorat), programme d'initiation à la recherche pour les étudiants de 1^{er} cycle (programme UPIR). L'institution a également mis en place des programmes de formation enrichis et des bourses dans certains domaines clés pour l'institution et le Québec (ex. programme de formation en technologies biomédicales MÉDITIS). L'ÉPM assure également un soutien financier satisfaisant à tous ses étudiants à la maîtrise-recherche et au doctorat, principalement par l'intermédiaire de bourses attribuées par les professeurs-chercheurs à même leurs fonds de recherche. En 2014, la grande majorité de ses étudiants reçoivent un soutien financier équivalent ou supérieur au montant recommandé par le CRSNG.

7. Conclusion

Notre plan institutionnel de recherche repose sur la grande qualité et le travail de nos professeurs, de notre personnel de recherche et de nos étudiants. Il traduit une appréciation réaliste de nos ressources actuelles et de notre potentiel de croissance. Il est basé sur notre capacité à embaucher de nouveaux professeurs et, à cet effet, outre les remplacements de départ à la retraite de nos collègues, nous mettons à profit les programmes des CRC, de professeur-chercheur industriel du CRSNG et le soutien de nos partenaires industriels pour la création de chaires industrielles.

Grâce au volume important de subventions et de contrats de recherche obtenus par nos professeurs, nous serons en mesure de maintenir notre excellence en formation d'ingénieurs et notre capacité en R-D. Nous croyons également pouvoir poursuivre la croissance du nombre d'étudiants aux cycles supérieurs, de chercheurs postdoctoraux, de professionnels et de techniciens de recherche. Cependant, nous constatons une pression énorme sur les infrastructures de recherche, les besoins en espaces et en personnel de soutien à la recherche.

Avec le soutien de nos partenaires industriels et grâce au soutien financier de la FCI et du gouvernement du Québec, nous poursuivons le déploiement de nos nouvelles infrastructures de recherche et dotons nos équipes des équipements nécessaires au renforcement de nos pôles d'excellence. Malgré ce support qui contribue à assurer la formation de personnel hautement qualifié et à nos chercheurs de demeurer parmi les meilleurs à l'échelle mondiale, certains défis tels que le manque de financement des frais indirects de recherche encourus par les établissements fortement actifs en recherche créent une pression de très importante sur notre budget d'opération. Nous sommes confiants que notre nouvelle politique sur la planification et la gestion de l'infrastructure de recherche apportera des éléments de solution en favorisant l'efficacité et la pérennité de l'exploitation. Si l'ÉPM fait face à des défis énormes, ses professeurs et son personnel sont résolus à les relever

avec énergie, vision et succès, en collaboration avec ses très nombreux partenaires publics et privés de façon à avoir un impact significatif et durable sur la société.