

RAPPORT ANNUEL  
2016-2017

# SOMMAIRE

- 01 Historique**  
**Mission**
- 02 Mot du directeur académique**  
Équipe de l'IET
- 03 Gouvernance**
- 04 Axes stratégiques**
- 05 Activités 2016-2017**
- 07 4<sup>e</sup> Symposium annuel Trottier sur l'ingénierie, l'énergie  
et la conception durables
- 08 Programme de subventions à la recherche**
- 09 Étude du phosphore noir : un nouveau matériau  
pour la conversion d'énergie
- 10 Conception des systèmes géothermiques pour puits  
à colonne permanente
- 11 Développement de réseaux de chaleur de 4<sup>e</sup> génération  
pour des quartiers durables
- 12 Bourses**
- 12 Bourses Trottier
- 14 Bourses UPIR
- 15 Programmes d'études supérieures**
- 16 Revue de presse**

Le rapport annuel 2016-2017 de l'Institut de l'énergie Trottier rend compte des activités réalisées pendant l'exercice s'échelonnant du 1<sup>er</sup> mai 2016 au 30 avril 2017.

# HISTORIQUE

La création de l'Institut de l'énergie Trottier (IET) a été rendue possible, en 2013, grâce à un don exceptionnel de la Fondation familiale Trottier à Polytechnique Montréal, dans le cadre de la grande campagne de financement de Campus Montréal.

L'énergie est l'un des créneaux d'excellence de Campus Montréal. Plus d'une douzaine de départements de HEC Montréal, de Polytechnique Montréal et de l'Université de Montréal sont actifs dans ce domaine.

Rassembleur, l'IET s'est donné le mandat d'enrichir et de consolider cette expertise. Son statut particulier lui permet d'ailleurs d'utiliser une approche systémique et globale prenant en compte les dimensions techniques, sociales et économiques des enjeux énergétiques.

En plus de travailler avec un bassin de professeurs et de chercheurs issus des trois établissements de Campus Montréal, l'IET mène des travaux en collaboration avec le *Trottier Institute for Sustainability in Engineering and Design (TISED)*, à l'Université McGill.



Lorne Trottier, le grand philanthrope derrière la création de l'IET, en conversation avec des étudiants de Polytechnique.

# MISSION

**L'Institut de l'énergie Trottier a pour mission :**

## La formation

d'une nouvelle génération d'ingénieurs, de scientifiques et d'innovateurs ayant une compréhension systémique et transdisciplinaire des enjeux énergétiques;

## La recherche

de solutions durables qui permettront d'assurer l'avenir énergétique, en appuyant la génération de connaissances et l'innovation dans le domaine énergétique;

## La diffusion

des connaissances liées à l'énergie pour ainsi contribuer à hausser le niveau des débats sociaux sur les questions énergétiques.



# MOT DU DIRECTEUR ACADÉMIQUE

Depuis 2013, fort du leadership de son premier directeur, le professeur Miguel Anjos, l'Institut de l'énergie Trottier a acquis une solide réputation au niveau québécois et canadien grâce à une approche ouverte et collaborative. Rassemblant des chercheurs de divers horizons, l'IET s'est adjoint des collaborateurs multiples, afin d'aborder les enjeux énergétiques sous la loupe des disciplines sociales, économiques et environnementales. En reprenant le flambeau à l'automne 2016, je me suis engagé à poursuivre dans cette direction.

Je suis particulièrement fier des contributions à la formation des étudiants. Le programme en génie énergétique, dirigé de manière active par le professeur Guy Marleau, offre un cursus riche qui attire des étudiants issus d'un large spectre de spécialisations. Nos programmes de bourses et de subventions sont administrés dans le même esprit, celui de contribuer à assurer l'avenir énergétique de la planète, en laissant libre cours à chacun d'explorer les différentes facettes du monde de l'énergie.

L'IET s'est également employé à faciliter le travail des chercheurs. Ceci, en participant à l'organisation d'ateliers de coconstruction sur l'importance de consolider les données dans le domaine de l'énergie. De même, on a réuni un groupe de chercheurs afin d'amorcer une réflexion sur l'importance de la modélisation énergétique.

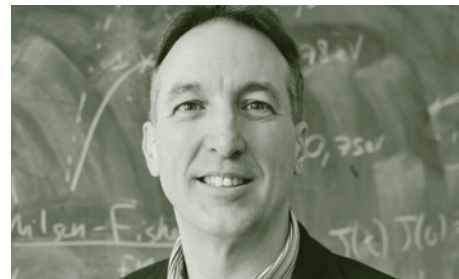
En parallèle, l'équipe permanente de l'IET a poursuivi ses activités d'éducation populaire. Organisé en collaboration avec le professeur invité Khandker Nurul Habib, de l'Université de Toronto, le 4<sup>e</sup> Symposium annuel Trottier sur l'ingénierie, l'énergie et la conception durables, dont le thème était le transport, fut un succès remarqué. Sa programmation a suscité l'intérêt autant chez les professionnels, que chez le grand public.

Pour terminer, je voudrais lancer un appel à tous. N'hésitez surtout pas à nous faire part de vos commentaires et de vos suggestions. Les échanges et l'ouverture font partie de notre ADN.



**Normand Mousseau**

## ÉQUIPE DE L'IET



**Normand Mousseau**  
Directeur académique



**Louis Beaumier**  
Directeur exécutif



**Guy Marleau**  
Coordonnateur des programmes d'études supérieures en génie énergétique



**Audrey Rondeau**  
Conseillère en communications

# GOVERNANCE

## CONSEIL DE DIRECTION

**Lorne Trottier**

Président de la Fondation familiale Trottier

**Sylvie Trottier**

Directrice de la Fondation familiale Trottier

**Guy Lefebvre**

Vice-recteur, Université de Montréal

**François Bertrand**

Directeur de la recherche, de l'innovation  
et des affaires internationales,  
Polytechnique Montréal

**Pierre-Olivier Pineau**

Professeur titulaire, Sciences de la décision,  
HEC Montréal

## COMITÉ DE GESTION

### UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**Normand Mousseau**

Directeur académique de l'IET et professeur titulaire, Physique

**Erick Lachapelle**

Professeur adjoint, Science politique

**Dominic Rochefort**

Professeur titulaire, Chimie

### POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

**Michel Bernier**

Professeur titulaire, Génie mécanique

**Michel Gendreau**

Professeur titulaire, Mathématiques et génie industriel

**François Guibault**

Professeur titulaire, Génie informatique et génie logiciel

**Guy Marleau**

Coordonnateur des programmes d'études supérieures  
en génie énergétique, professeur titulaire, Génie physique

**Philippe Pasquier**

Professeur agrégé, Génies civil, géologique et des mines

**Oumarou Savadogo**

Professeur titulaire, Génie chimique

**Frédéric Sirois**

Professeur agrégé, Génie électrique

**Alberto Teyssedou**

Professeur titulaire, Génie physique

# AXES STRATÉGIQUES

La mission de l'IET s'articule autour de trois axes stratégiques :

## FORMATION

- ▶ Administrer les programmes de bourses d'études de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles, liées au domaine de l'énergie;
- ▶ Agir comme centre de référence pour intégrer un point de vue systémique dans le contenu universitaire sur l'énergie de Polytechnique Montréal;
- ▶ Offrir à la communauté polytechnicienne un environnement intellectuel et scientifique propice à éveiller et à nourrir l'intérêt pour les questions énergétiques;
- ▶ Favoriser le maillage entre les étudiants qui consacrent leur projet intégrateur aux thématiques énergétiques et des spécialistes de divers horizons;
- ▶ Collaborer à promouvoir la culture d'excellence du génie énergétique à Polytechnique Montréal afin d'attirer la relève dans ce champ d'activités porteur d'avenir.

## RECHERCHE

- ▶ Créer un milieu favorable au démarrage de nouveaux projets de recherche transdisciplinaires portant sur l'énergie. La transdisciplinarité est encouragée, afin d'inscrire les projets dans une approche systémique de résolution de problème allant au-delà de la seule discipline de l'ingénierie;
- ▶ Établir et maintenir des partenariats pour consolider les réseaux régionaux, nationaux et internationaux de Polytechnique Montréal;
- ▶ Jouer un rôle actif dans la recherche de financement, dans les circuits gouvernementaux et privés, afin d'appuyer la recherche, notamment la recherche interdisciplinaire et transdisciplinaire sur des thématiques, des problématiques ou des projets précis.

## DIFFUSION

- ▶ Soutenir la création d'événements transdisciplinaires comme tribune de discussion sur les questions énergétiques;
- ▶ Favoriser et soutenir la présence médiatique des différents experts en énergie de Polytechnique;
- ▶ Encourager la participation des professeurs, des chercheurs et des étudiants, aux événements scientifiques – régionaux, nationaux ou internationaux – liés aux questions énergétiques;
- ▶ Appuyer la participation aux événements scientifiques de Polytechnique pertinents à la mission de l'Institut;
- ▶ Agir comme un lieu privilégié d'accès à l'expertise et de diffusion de la recherche et de la formation en énergie, tant à l'échelle du campus qu'aux échelles nationale et internationale;
- ▶ Faire preuve de leadership en matière d'énergie auprès de la communauté universitaire et scientifique, ainsi que du public;
- ▶ Être un intervenant incontournable pour la classe politique, de même qu'une source d'information pour la société en général.

# ACTIVITÉS 2016-2017

## PROFESSEUR INVITÉ

Khandker Nurul Habib est professeur agrégé d'ingénierie des transports au Département de génie civil à l'Université de Toronto. Pendant l'année 2016-2017, il a agi à titre de professeur invité au sein de l'équipe de l'IET. Durant son séjour, il a donné quatre conférences portant sur le transport :

- ▶ *An Econometric Investigation of the Influence of Transit Passes on Transit Users' Behaviour in Toronto*
- ▶ *A Comprehensive Utility Maximizing System of Travel Option Modelling (CUSTOM): Modelling Daily Passenger Travel Demand in the Way it Should Be*
- ▶ *Capturing, Measuring and Response to Changes that Influence Demand for Transportation and Travel Behaviour*
- ▶ *Modelling Demands for Transportation Energy: Applications and Scope in Transportation Planning*

Ce dernier a également contribué au projet doctoral d'un étudiant au Département de mathématiques et de génie industriel, Grzegorz Wielinsky. Son projet de recherche porte sur la modélisation du comportement des usagers dans un écosystème de divers services d'autopartage à Montréal. Grzegorz Wielinsky a d'ailleurs présenté l'avancement de ses travaux le 11 avril 2017, lors d'une présentation tenue en marge du 4<sup>e</sup> Symposium annuel Trottier. Cet atelier de travail était intitulé *Shared Mobility: Solutions Between Private Cars and Public Transit*.

## ÉTUDE DE CADRAGE SUR LE MICROTRANSIT

Le microtransit, nouvelle forme de transport collectif, flexible et à petite échelle, dévoile ses multiples visages ainsi que le potentiel qu'il recèle, dans une analyse commandée par la Coop Carbone et The Atmospheric Fund, avec le soutien de l'Institut de l'énergie Trottier et de l'Agence métropolitaine de transport. Rendue publique lors d'une conférence tenue à la Maison du développement durable le 20 septembre 2016, cette étude de cadrage intitulée *Assessment of the Potential of Microtransit to Drive Greenhouse Gas Reductions in Greater Toronto-Hamilton and Greater Montréal Areas* fournit une estimation globale du potentiel de réduction des émissions de GES associé à l'adoption du microtransit pour les territoires ciblés. Elle identifie également les principaux facteurs qui influenceront la démarche nécessaire à sa mise à l'essai.

## RENCONTRE CAMPUS ÉNERGIE

En novembre 2016, l'IET a organisé une rencontre d'échanges à propos du positionnement de l'Institut ainsi que des axes de développement envisagés. Cette consultation s'est déroulée en présence de 24 professeurs et chercheurs issus des trois institutions de Campus Montréal. Un constat s'est imposé selon lequel l'approche transdisciplinaire était à privilégier dans toutes les activités.

En accord avec ce constat, l'IET entend tirer parti des actions collaboratives. Ceci, afin de mieux aborder la complexité de la question énergétique, laquelle sous-tend des défis environnementaux, sociaux et économiques interreliés.

## MOOC L'INGÉNIEUR, SOURCE DE SOLUTIONS DURABLES

L'IET a collaboré à l'élaboration du cours en ligne gratuit (MOOC) *L'ingénieur, source de solutions durables* de Polytechnique Montréal. Se déroulant sur six semaines, ce cours en ligne est structuré autour de clips vidéo touchant les divers aspects du développement durable. L'IET a contribué au développement du module énergie. Les objectifs de ce module sont de présenter les grands défis associés à l'énergie, d'introduire des notions permettant d'appliquer la pensée systémique à des choix énergétiques et d'offrir un aperçu de diverses solutions techniques.

Septembre 2016 :  
1850 inscrits (de 68 pays),  
215 attestations de réussite

Février 2017 :  
1155 inscrits (de 54 pays),  
168 attestations de réussite



# ACTIVITÉS 2016-2017

## PÔLE D'EXCELLENCE EN MODÉLISATION ÉNERGÉTIQUE

Au Québec, il existe peu d'outils partageables et appropriables par les acteurs de la transition énergétique, à l'échelle des territoires. Dans ce contexte, des chercheurs de différentes institutions ont été invités à discuter de la création d'un regroupement stratégique sur la modélisation énergétique. Amorcée par l'IET, une première rencontre s'est tenue en décembre avec dix de ces chercheurs. L'objectif consiste à créer un lien entre l'ensemble des disciplines intéressées par le monde de l'énergie – de la physique, la chimie, le génie, l'informatique et la recherche opérationnelle, à la géographie, l'architecture, l'économie, la sociologie, les sciences politiques et l'anthropologie – par la mise en place d'infrastructures communes.

La création de bases de données ouvertes favorisera l'échange d'information et la production de nouveaux savoirs. Ultimement, cet instrument d'aide à la décision permettra à l'IET d'agir comme interlocuteur privilégié entre les gouvernements, le secteur privé et les chercheurs universitaires.

## ATELIERS DE TRAVAIL SUR LES DONNÉES ÉNERGÉTIQUES

En collaboration avec le Canadian Energy Research Institute et appuyé financièrement par le Clean Economy Fund, l'IET a participé à deux ateliers de réflexion sur les données énergétiques canadiennes. Ces ateliers, tenus à Montréal et à Calgary, ont réuni chaque fois une trentaine de participants pour discuter de l'impératif de recueillir des données sur l'énergie et de la pertinence de créer un centre canadien sur l'information énergétique. Dans le but de façonner un modèle d'opération idéal, les intervenants se sont prononcés sur les délais de production, sur la qualité des sources ainsi que sur la façon dont devrait s'opérer la collecte d'information.

## ÉTUDE SUR LES ÉCONOMIES POTENTIELLES D'ÉNERGIE DANS LE SECTEUR RÉSIDENTIEL

L'IET a commandité une étude sur le potentiel de réduction de la consommation d'énergie et d'émission de GES dans le secteur résidentiel existant au Québec. Réalisée par Écohabitation, cette étude technico-économique repose sur des hypothèses relatives à la consommation énergétique des habitations en fonction de leur année de construction et de leur type, de même que d'une évaluation du prix des travaux d'amélioration énergétique. Elle révèle les mesures prioritaires que peuvent prendre les propriétaires de maison pour économiser argent et énergie.

## SEMAINE ÉNERGIE

L'IET s'est associé au club étudiant Poly Énergies dans l'organisation de la Semaine Énergie 2017, du 20 au 24 mars 2017. Au total, huit conférences prononcées par des experts issus des milieux industriel, gouvernemental et universitaire ont eu lieu à Polytechnique Montréal. Ouverts à tous, ces rendez-vous énergétiques abordaient les sujets suivants :

- ▶ L'énergie provenant des déchets
- ▶ Le projet de Pétrolia à Anticosti
- ▶ L'éolien au Québec
- ▶ La transition énergétique globale
- ▶ L'économie circulaire dans le processus de biométhanisation
- ▶ Le rôle du numérique dans la transition énergétique
- ▶ La robotique appliquée à la maintenance des lignes sous tension
- ▶ L'optimisation de pales de turbines hydrauliques par la simulation multifidélité





# 4<sup>E</sup> SYMPOSIUM ANNUEL TROTTIER SUR L'INGÉNIERIE, L'ÉNERGIE ET LA CONCEPTION DURABLES

## TRANSPORT : À QUOI CARBURE LA TRANSITION ?



Tenues à Polytechnique, les deux journées du symposium étaient consacrées au secteur du transport et aux défis auxquels il est confronté. En explorant des solutions sur les plans sociaux et technologiques, cette rencontre avec le grand public fut l'occasion d'aborder des sujets tels que les objectifs du transport, l'importance du design urbain ainsi que les rôles des secteurs public et privé.

Les conférenciers ont mis en relief les bénéfices économiques et sociaux des scénarios de transition qu'ils proposaient, en plus des gains environnementaux escomptés. L'événement a, par ailleurs, été nourri des interventions de l'auditoire lors de la période de questions, ce qui a mené à un dialogue fort enrichissant.

### CONFÉRENCES OUVERTES AU GRAND PUBLIC

11 avril 2017

#### *Une étrange utopie : se réapproprié l'histoire pour esquisser notre avenir*

Peter Norton

Professeur d'histoire au Département d'ingénierie et société, Université de Virginie

#### *La transition vers une mobilité post-carbone dans les trois plus grandes villes canadiennes : Montréal, Toronto et Vancouver*

Anthony Perl

Professeur d'études urbaines et de sciences politiques, Université Simon Fraser

12 avril 2017

#### *La mobilité du quotidien autrement : pourquoi, comment ?*

Marie-Hélène Massot

Professeure à l'École d'urbanisme de Paris, Université Paris EST-Créteil

#### *Transition énergétique dans le transport de marchandises en milieu urbain*

Hervé Levifve

Conseiller technique du maire-adjoint de Paris, chargé des transports, des déplacements, de la voirie et de l'espace public



### ATELIERS DE TRAVAIL

Des ateliers de travail réunissant chaque fois une vingtaine d'acteurs de la mobilité canadienne ont abordé les questions suivantes, dans le but de faire avancer ces dossiers sur la place publique :

#### *Transportation and Energy Demand: Role of Evidence-Based Analysis in Planning and Policy Implementations*

#### *Réseau électrique métropolitain (REM) : enjeux et opportunités*

# PROGRAMME DE SUBVENTIONS À LA RECHERCHE

L'IET subventionne des projets de recherche dans le domaine énergétique, conduits par des professeurs de Polytechnique Montréal.

Présenté chaque automne sous forme d'appel à projets, les récipiendaires du programme se voient accorder un financement maximal de 150 000 \$ par projet, réparti sur trois ans.

Trois projets recevaient du financement durant l'année 2016-2017.

En plus du développement de nouvelles connaissances scientifiques et technologiques dans le domaine de l'énergie, le programme vise certains objectifs en lien avec la mission de l'IET, à savoir :

**Appuyer le développement de solutions durables**

**Contribuer à assurer l'avenir énergétique de la planète**

**Favoriser la compréhension systémique des enjeux énergétiques**

PROJET FINANCÉ (début du financement : hiver 2016)

# ÉTUDE DU PHOSPHORE NOIR : UN NOUVEAU MATÉRIAU POUR LA CONVERSION D'ÉNERGIE

## CHERCHEURS

### Sébastien Francoeur

Génie physique, Polytechnique Montréal  
(chercheur principal)

### Richard Martel

Chimie, Université de Montréal

### Oussama Moutanabbir

Génie physique, Polytechnique Montréal

### Thomas Szkopek

Génie électrique, Université McGill

Les objectifs de ce projet sont de développer des techniques de croissance et de dopage du phosphore noir, de le caractériser et d'optimiser ses propriétés pour la fabrication de dispositifs de conversion d'énergie solaire ou thermique en électricité.

## PRÉSENTATION DU PROJET

L'hypothèse de départ est que l'utilisation du phosphore noir a le potentiel d'améliorer l'efficacité d'opération des technologies photovoltaïque et thermoélectrique. Ceci aurait un impact majeur sur plusieurs enjeux de sociétés comme l'électrification des transports, la dépendance aux énergies fossiles et les changements climatiques.

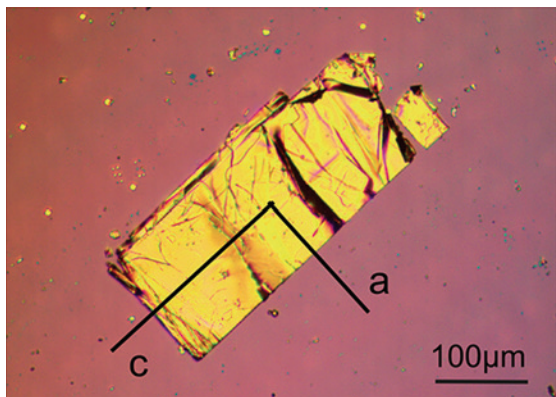
## AVANCEMENT DES TRAVAUX

Durant la première année de ce projet de trois ans, l'équipe de recherche a réalisé des avancées importantes dans le développement de ce nouveau matériau.

Des questions fondamentalement importantes en lien avec la stabilité et la dégradation des couches atomiques ont été élucidées. À cet effet, les travaux du professeur Oussama Moutanabbir ont permis d'enrichir les connaissances associées au phénomène de stabilité thermique du phosphore noir à une échelle atomique. Il a été établi que celui-ci est stable jusqu'à des températures de 375 °C. Au-delà de cette température, la sublimation se produit feuillet atomique par feuillet atomique et l'on assiste à l'évaporation de molécule de phosphore  $P_2$ . Somme toute, en plus d'affiner la compréhension des mécanismes thermiques atomiques, les résultats de ces travaux offrent des balises de températures cruciales lors des étapes de microfabrication des dispositifs.

Puis, le rôle important de la distribution de charge sur la qualité du transport a été démontré grâce à l'étude des propriétés électroniques de conduction du phosphore noir, réalisée par l'équipe du professeur Thomas Szkopek. Cet aspect constitue un facteur important du fonctionnement des dispositifs optoélectroniques.

Parallèlement, l'équipe du professeur Sébastien Francoeur a publié une étude exhaustive sur les interactions entre les électrons et les phonons. Celle-ci a révélé l'évolution systématique des propriétés vibrationnelles du matériau en fonction de l'épaisseur et a clarifié plusieurs résultats contradictoires rapportés précédemment dans la littérature par différents groupes de recherche. Cette étude a permis de comprendre la nature des interactions entre les phonons, les électrons et les anisotropies cristallines qui sont si importantes pour ce matériau 2D. La maîtrise de ces notions sont essentielles dans le développement de dispositifs optoélectroniques, notamment ceux exploitant les concepts photovoltaïques et thermoélectriques.



PROJET FINANCÉ (début du financement : printemps 2016)

# CONCEPTION DES SYSTÈMES GÉOTHERMIQUES POUR PUIITS À COLONNE PERMANENTE

## CHERCHEURS

### Philippe Pasquier

Génies civil, géologique et des mines,  
Polytechnique Montréal  
(chercheur principal)

### Paul Baudron

Génies civil, géologique et des mines,  
Polytechnique Montréal

### Florent Barbecot

Sciences de la Terre et de l'atmosphère,  
UQAM

### Benoît Courcelles

Génies civil, géologique et des mines,  
Polytechnique Montréal

### Denis Marcotte

Génies civil, géologique et des mines,  
Polytechnique Montréal

---

**Ce projet de recherche vise à étudier la conception et l'opération des systèmes géothermiques à puits à colonne permanente (PCP). La réduction envisagée des coûts de construction de cette technologie accélérera son adoption et contribuera à réduire l'empreinte environnementale des bâtiments canadiens.**

---

## PRÉSENTATION DU PROJET

Au Québec, plus de la moitié de la consommation électrique d'une résidence est dévolue au chauffage et à la climatisation. Alors que l'utilisation de pompes à chaleur géothermiques permet de réduire significativement cette consommation d'énergie, l'investissement requis pour aménager les puits en boucle fermée dissuade les promoteurs immobiliers. C'est à ce besoin de diminuer les coûts de construction et d'opération des systèmes géothermiques que veut répondre ce projet de recherche en améliorant la conception d'une technologie prometteuse : les puits à colonne permanente (PCP).

Cette technologie a le potentiel de se démarquer positivement de celle des puits en boucle fermée puisqu'elle s'intègre plus facilement à des bâtiments existants en milieu urbain à haute densité. En effet, elle nécessite un seul puits profond creusé dans le roc pour accéder à l'eau souterraine. Cette eau est acheminée à une thermopompe géothermique pour chauffer ou refroidir les bâtiments, selon la saison. L'efficacité thermique de cette méthode peut atteindre le triple de celle des puits en boucle fermée.



## AVANCEMENT DES TRAVAUX

Le projet est divisé en quatre grandes activités de recherche, dont deux sont déjà entamées.

Depuis septembre 2016, une étudiante travaille à valider expérimentalement un modèle thermo-hydraulique basé sur les puits à colonne permanente. Les travaux réalisés en ce sens se poursuivent dans le cadre de ses études doctorales.

La vérification des stratégies de traitement de l'eau pour puits à colonne permanente a été mise en branle en janvier 2017, grâce au concours d'un étudiant à la maîtrise sous la direction du professeur Benoît Courcelles.

Pour mener leurs travaux, les chercheurs disposent d'un laboratoire unique en son genre : une unité mobile reliée à un puits à colonne permanente profond de 300 mètres et à un puits d'injection profond de 150 mètres. Inaugurée en novembre 2016, cette unité simule les besoins en consommation d'énergie associés au chauffage et à la climatisation d'un édifice de 10 étages.



# DÉVELOPPEMENT DE RÉSEAUX DE CHALEUR DE 4<sup>E</sup> GÉNÉRATION POUR DES QUARTIERS DURABLES

## CHERCHEURS

### Michaël Kummert

Génie mécanique, Polytechnique Montréal  
(chercheur principal)

### Daniel Pearl

Faculté de l'aménagement,  
École d'architecture,  
Université de Montréal

### Lisa Bornstein

School of Urban Planning,  
Université McGill

**Le projet a pour but de mettre au point des réseaux de chaleur de 4<sup>e</sup> génération, c'est-à-dire un système de partage et de récupération de chaleur à la fois performant, rentable et éthique. L'objectif à long terme est de réduire les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle des villes, en redéfinissant les approches de développement urbain et en créant des quartiers durables qui seront mixtes, compacts, diversifiés et efficaces.**

## PRÉSENTATION DU PROJET

Au Canada, 60 % de l'énergie finale est consommée dans les zones urbaines, et plus de la moitié de cette énergie est utilisée sous forme de chaleur ou de froid. Même dans une ville comme Montréal, qui bénéficie d'électricité d'origine hydro-électrique, les bâtiments représentaient en 2009 un tiers des émissions de gaz à effet de serre (GES). Parallèlement, en 2014, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) identifiait le secteur des bâtiments comme celui présentant les meilleures opportunités pour réduire les émissions de GES de manière économiquement viable.

Selon les chercheurs impliqués dans ce projet, les réseaux de partage de chaleur représentent la clé pour accélérer l'intégration des énergies renouvelables et rendre possible le partage et la récupération de chaleur. Ils travailleront donc à inventer et à mettre en œuvre une 4<sup>e</sup> génération de réseaux de chaleur, en vue d'améliorer la qualité de vie des citoyens et de rehausser la vitalité économique.

À terme, c'est tout un quartier qui pourrait bénéficier d'un chauffage communautaire alimenté en partie à même les rejets thermiques des activités aux alentours.



## AVANCEMENT DES TRAVAUX

Les travaux s'échelonneront sur trois ans. Quatre grands chantiers seront priorisés :

1. Quantifier avec précision les besoins en chaleur et en climatisation en produisant une cartographie énergétique
2. Développer une infrastructure de partage de chaleur performante et rentable
3. Promouvoir la densité et la mixité comme des éléments-clés de l'aménagement de quartiers durables
4. Créer des conditions favorables aux réseaux de chaleur pour les investisseurs

# BOURSES

## BOURSES TROTTIER

C'est dans le cadre du volet formation de sa mission que l'IET a mis en place le programme des Bourses Trottier. Il est destiné aux étudiants des trois institutions de Campus Montréal (Polytechnique Montréal, HEC Montréal, Université de Montréal) qui amorcent un programme d'études aux cycles supérieurs – maîtrise recherche ou doctorat – dans un domaine de recherche compatible avec la mission de l'IET, à savoir le développement de solutions durables permettant d'assurer l'avenir énergétique de notre société.

- ▶ Maîtrise recherche : 25 000 \$ / 2 ans
- ▶ Doctorat : 48 000 \$ / 3 ans

L'IET reçoit les dossiers de candidatures jusqu'à la mi-janvier de chaque année.

## LAURÉATS

Durant l'année 2016-2017, huit étudiants profitaient d'une aide de l'IET. Les projets des lauréats se démarquent tant par leur qualité scientifique que par leur intérêt sociétal.

## BOURSES DE MAÎTRISE LAURÉATES 2015



Camille Girard

Génie chimique – Polytechnique Montréal

Directeur : Robert Legros

Développement d'un procédé de traitement biologique pour la valorisation des ordures ménagères de la Ville de Montréal



Adeline Sok

Génie chimique – Polytechnique Montréal

Directeur : Oumarou Savadogo

Développement d'une pile solaire à couches minces à base de phosphore de zinc de type n et de type p fabriqué par électrodéposition

**BOURSES DOCTORALES**  
**LAURÉATS 2015**

---



**Maxime Berger**

Génie électrique – Polytechnique Montréal  
Directeur : Ilhan Kocar

Développement d'un convertisseur  
d'alimentation auxiliaire de haute efficacité  
pour métro



**Gaia Tomasello**

Génie biomédical – Polytechnique  
Montréal

Directeur : Fabio Cicoira

Développement de la batterie au lithium  
au soufre à base de polymères conducteurs



**Aravindan Sridharan**

Génie physique – Polytechnique Montréal  
Directeur : Stéphane Kéna-Cohen

Contrôle du transport de charges dans les  
cellules solaires organiques-inorganiques

**LAURÉATS 2016**

---



**Samuel Pelletier**

Administration – HEC Montréal

Directeurs : Gilbert Laporte et Ola Jabali

Résolution d'un modèle mathématique  
pour optimiser la performance des  
véhicules électriques destinés à la  
livraison de colis en milieu urbain



**Carole Brunet**

Génie industriel – Polytechnique Montréal  
Directeur : Oumarou Savadogo

Identification des conditions nécessaires  
pour favoriser l'utilisation de l'énergie  
solaire en Afrique, dans une perspective  
de développement durable



**Feng Li**

Génie électrique – Polytechnique Montréal  
Directeurs : Roland Malhamé  
et Jérôme Le Ny

Élaboration d'une méthode de gestion  
de la demande énergétique pour équilibrer  
la réserve d'électricité disponible

# BOURSES

## BOURSES UPIR

Pour une première fois en 2016-2017, l'IET a accordé cinq bourses pour des projets énergétiques dans le cadre du concours d'Unités de participation et d'initiation à la recherche (UPIR).

D'une valeur de 1 000 \$, celles-ci ont été versées à des étudiants de 1<sup>er</sup> cycle de Polytechnique Montréal. Ces derniers se sont initiés à la recherche, à travers un travail scientifique non crédité, sous la direction d'un chercheur subventionné.

## BOURSIERS 2016-2017

---

### Sami Chaouki

Directeur : Jamal Chaouki  
Génie chimique

Optimisation de réaction catalytique assistée par micro-ondes

### David Leroux

Directeur : Robert Legros  
Génie chimique

Conception et construction d'une unité de biométhanisation à petite échelle en milieu agricole

### Louis-Philippe Mathurin

Directeur : Michaël Kummert  
Génie mécanique

Amélioration des algorithmes d'interprétation des données météorologiques dans les logiciels de simulation énergétique des bâtiments

### Mintou Ndiaye

Directrice : Annie Levasseur  
Génie chimique

Évaluation du potentiel d'approvisionnement en biomasse forestière au Québec pour utilisation en analyse du cycle de vie conséquentielle

### Pénélope Renaud-Blondeau

Directrice : Annie Levasseur  
Génie chimique

Évaluation des impacts environnementaux et économiques de la production d'éthanol à partir de biomasse cellulosique au Canada



# PROGRAMMES D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

## GÉNIE ÉNERGÉTIQUE

Polytechnique Montréal propose des cursus intégrés dans le domaine de l'énergie sous forme de maîtrise modulaire (45 crédits) ou de DESS (30 crédits).

L'objectif est de former des diplômés qui auront une compréhension globale des problématiques liées à l'avenir énergétique de la planète, ainsi que des technologies disponibles pour relever les défis auxquels la société aura à faire face, au cours des prochaines décennies.

Cinq options sont offertes :



EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE  
DANS LES BÂTIMENTS



SYSTÈMES ET RÉSEAUX  
ÉNERGÉTIQUES INTELLIGENTS



ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE



GÉNIE NUCLÉAIRE



ÉNERGIES RENOUVELABLES

# REVUE DE PRESSE

## L'IET DANS L'ACTUALITÉ

### 2016

#### Septembre

La Presse / Trois boursiers en énergie

#### Octobre

Téléjournal – ICI Radio-Canada /

Accord de Paris sur le climat : quel impact au Canada ?

Les Affaires / Nomination à l'Institut de l'énergie Trottier

#### Novembre

Isabelle Maréchal – 98,5 FM / Hausse du prix de l'essence à 1,24 \$

Le Devoir / La géothermie repensée

RDI économie / De l'avenir pour le charbon ?

#### Décembre

Faut pas croire tout ce qu'on dit – ICI Radio-Canada

Première / Pipelines dans l'Ouest

Agence Science-Press / La lutte pour le climat au pays de Trump

Journal de Montréal / Le prix de l'essence bondit avant le jour de l'An

### 2017

#### Janvier

GaïaPresse / Des réseaux de chaleur de 4<sup>e</sup> génération

Téléjournal – ICI Radio-Canada /

Le parc automobile sera bientôt électrique

Téléjournal – ICI Radio-Canada / Le pétrole, bientôt chose du passé ?

#### Février

La Presse / Pour des maisons moins énergivores

La Presse / Rénovations : à bas le gaspillage

Les années-lumière – ICI Radio-Canada Première /  
Gagner la guerre du climat

Puisqu'il faut se lever – 98,5 FM /

Climat : 12 mythes à déboulonner

En direct avec Patrice Roy – ICI Radio-Canada /

12 mythes à déboulonner sur le climat

RDI économie / Les mythes du plan climatique du Québec

Le Devoir / Le Québec court à l'échec climatique

La Presse / Guerre du climat : “ On travaille dans le noir total ”

L'Avantage / Normand Mousseau déboulonne les mythes sur le changement climatique

#### Mars

Le 15-18 – ICI Radio-Canada Première / Gagner la guerre du climat

Québec, réveille! CKIA 88,3 / Gagner la lutte du climat

Boréale 138 – ICI Radio-Canada Première [Côte-Nord] /

Gagner la guerre du climat

Le monde aujourd'hui – ICI Radio-Canada Première

[Bas-Saint-Laurent] / Gagner la guerre du climat

Le Soleil / Les “trous” dans la Bourse du carbone

Plus on est de fous, plus on lit! – ICI Radio-Canada Première /

Le mot à définir : climat

360 PM – ICI Radio-Canada Première / Gagner la guerre du climat

Entrée principale – ICI Radio-Canada /

Notre politique énergétique est-elle vouée à l'échec ?

L'Actualité / Science-friction

La Presse / Le Québec fait du surplace

#### Avril

Désautels le dimanche – ICI Radio-Canada Première /  
Donald Trump à la rescousse du charbon

Isabelle Maréchal – 98,5 FM / Trump et le charbon

Le 15-18 – ICI Radio-Canada Première /  
Autoproduire son électricité grâce au solaire

Le 15-18 – ICI Radio-Canada Première /  
Des panneaux solaires plus accessibles

Le 15-18 – ICI Radio-Canada Première /  
L'énergie solaire pourrait-elle ébranler le monopole d'Hydro-Québec ?

Midi info – ICI Radio-Canada Première /

Fin de la saga entre Québec et Pétrolia

RPM – V télé / Spécial électrique loi 104

Le Devoir / Repolitisons le Jour de la Terre

Le Devoir / Demain, il sera trop tard

La Presse / Pourquoi l'essence coûte-t-elle soudain plus cher ?

# LE DEVOIR

## La géothermie repensée

5 novembre 2016 | Stéphane Gagné - Collaboration spéciale | Science et technologie



Photo: Source école Polytechnique  
Les professeurs-chercheurs Philippe Pasquier et Benoît Courcelles, de l'école Polytechnique Montréal

« Grâce à un don de 150 000 \$ de l'Institut de l'énergie Trottier, ils prévoient faire plusieurs tests qui devraient permettre d'améliorer la technologie et la rendre plus accessible. »



Publié le 23 février 2017 à 09h52 | Mis à jour le 23 février 2017 à 09h52

### Rénovations: à bas le gaspillage



PHOTOMONTAGE LA PRESSE

« On a voulu voir quelles sont les mesures les plus efficaces, à faible coût, qui permettraient de diminuer notre consommation d'énergie, indique Louis Beaumier, directeur exécutif de l'Institut. Une certaine capacité pourrait alors être libérée pour l'exportation en Ontario, par exemple, où la production énergétique est moins propre que la nôtre. »



Publié le 28 février 2017 à 09h14

### Guerre du climat: «On travaille dans le noir total»



Le Québec s'est fixé l'objectif ambicieux de réduire ses émissions de 37,5 % en 2030 par rapport à 1990. Mais croire que le gouvernement a une quelconque stratégie pour y parvenir est un mythe, affirme le physicien Normand Mousseau.

PHOTO MARTIN TREMBLAY, ARCHIVES LA PRESSE

« Selon Normand Mousseau, nos gouvernements manquent non seulement d'outils de projection et de vérification, mais même de données fiables pour cerner le problème. »





[iet.polymtl.ca](http://iet.polymtl.ca)



@EnergieTrottier



**Publié par l'Institut de l'énergie Trottier**

Coordination et rédaction : Audrey Rondeau, Louis Beaumier

Conception graphique : Épicentre

Révision : Constance Forest