

**RAPPORT ANNUEL 2022 - 2023**  
**CENTRE DE RECHERCHER EN CONVERSION D'ÉNERGIE (CRCE)**

## **1. BILAN**

Le rapport présenté propose un bilan sur les activités du centre de recherche en conversion d'énergie (CRCE) au sein de la Faculté d'ingénierie pour la période : Juillet 2022 au Juin 2023.

### **a) Description générale**

La demande énergétique à travers le monde augmente constamment avec le développement industriel et la population. Actuellement, la production d'électricité, de chaleur et du froid dépendent majoritairement de la combustion fossile, ce qui constitue une pratique néfaste pour l'environnement. Avec le réchauffement planétaire et la détérioration de la couche d'ozone qui ne font que s'aggraver, il est primordial de mettre au point des pratiques de production d'énergie non polluantes. L'état actuel de notre planète a exigé une prise de conscience dans le monde entier. Ceci a entraîné un énorme intérêt pour d'autres sources d'énergies renouvelables qui peuvent être intégrées aux systèmes énergétiques innovants pour atténuer le réchauffement climatique et la décarbonation du bilan énergétique.

Le centre de recherche a pour objectif de développer de la thermodynamique appliquée aux systèmes énergétiques industriels utilisant les cycles organiques de Rankine (*électricité*) et la réfrigération avancée par éjectocompression (*froid et chaleur*). Le but est de mettre au profit des industriels des programmes numériques prédictifs et des solutions de récupération et de valorisation de la chaleur afin d'améliorer leur procédés.

### **b) Objectifs fixés et atteints en 2022-2023**

- Réalisation des travaux de recherche numériques sur l'amélioration du COP et l'efficacité énergétique d'une pompe à chaleur à CO<sub>2</sub> par intégration d'une turbine Tesla à la place d'une valve d'expansion.
- Réalisation des modélisations et des simulations améliorées des configurations de dessalement flash à passage unique et à multi-étages inversées.

### **c) Mandat du centre**

Le Centre de recherche en conversion d'énergie est un centre avancé :

- voué au développement des systèmes énergétiques efficaces qui ont des impacts positifs sur l'environnement;

- vise à offrir un environnement de recherche dynamique et stimulant et d'attirer des étudiant.e.s gradué.e.s et des professeur.e.s qualifié.e.s;
- vise à consolider le rôle de la Faculté dans un domaine prioritaire, stratégique et d'avenir : Énergie et Conversion (*énergies propres et renouvelables non polluantes*);
- vise à favoriser le développement régional (*industrie moderne et durable*).

#### **d) Ressources humaines et infrastructure de RDC**

L'équipe de recherche est composée de deux professeurs à l'Université de Moncton, un professeur de l'Université de Sherbrooke, un professeur de King Saud University et une étudiante à la maîtrise.

- Directeur : Mohammed Khennich, SI, D. E. S. S., Ph. D. Prof. adjoint  
*Champs de spécialisation : Thermodynamique appliquée, Technologie avancée de réfrigération et de chauffage (solaire, rejets thermiques, biomasse et géothermie), Optimisation des cycles organiques de Rankine (ORC), Éjecteurs et tubes vortex, Intégration énergétique des procédés.*
- Professeur interne : Jamel Ghouili, Ph. D., Prof. titulaire  
*Champs de spécialisation : Électronique de puissance, Énergies renouvelables, Optimisation multiobjective multicritère des systèmes énergétiques (véhicules électriques, microréseaux), Implantation des algorithmes de commande avec et sans capteurs en technologie VLSI (FPGAs et DSPs).*
- Professeur externe : Mikhail Sorin, Ph. D., Prof. (U. Sherbrooke)  
*Champs de spécialisation : Thermodynamique appliquée, efficacité énergétique industrielle, modélisation, réfrigération, revalorisation de chaleur, économie d'énergie.*
- Professeur externe : Jamel Orfi, Ph. D., Prof. (King Saud U.)  
*Champs de spécialisation : Transfert de chaleur et de masse, dessalement et systèmes thermiques.*
- Étudiante : Hana Benabdallah (maîtrise en cours)

L'infrastructure de recherche est constituée principalement d'un local situé à la Faculté d'ingénierie (169 G1). Pour la recherche, deux ordinateurs et une imprimante sont mis à la disposition des étudiant.e.s de cycles supérieurs et des stagiaires. Le centre en conversion d'énergie a fait l'acquisition d'un équipement : Plateforme de formation et certification à la technologie solaire photovoltaïque GT-1000 avec un montant de **13 271 \$**.

L'objectif principal de ce programme de formation est de préparer les étudiant.e.s à la certification d'installateur solaire photovoltaïque. Ceci est accompli en combinant un cours théorique solide sur le PV solaire avec une collection très réaliste de procédures de neuf laboratoires pratiques.

Cet objectif sera atteint grâce à un effort de trois parties : présentation théorique solide, opération pratique et exploration dans les expériences de laboratoires et applications de dépannage dans les procédures de laboratoires. L'installation du banc d'essai ainsi que la préparation des présentations et la certification seront débutés progressivement en automne 2023 avec la collaboration de l'ingénieur de laboratoire N. Rakotomanga et l'appui du département de génie mécanique. L'équipement permettra de développer des connaissances et compétences essentielles pour les technologies vertes et de répondre aux besoins organisationnels dans le cadre d'une formation continue programmée.



Le centre est entrain de consolider les efforts à travers les demandes (*FINB, FCI...*) pour l'acquisition et l'installation d'un équipement de recherche en cycles organiques de Rankine (*ORC*), l'un des axes de recherche du professeur M. Khennich pour la génération d'électricité à partir des sources d'énergies renouvelables (*rejets thermiques, solaire, géothermie et biomasse*) en combinaison avec les thermopompes à éjecteurs ou tubes vortex et les simulateurs.

#### e) Activités de RDC réalisées en 2022-2023

##### - Programme et projets principaux :

- L'hiver 2023 a débuté avec la supervision de l'étudiante en maîtrise, Hana Benabdallah. Son projet de recherche porte sur l'analyse exergoéconomique basée sur l'exergie de transit et appliquée aux cycles géothermiques combinés (*CDS, CDD avec intégration d'un cycle ORC ou Pompe à Chaleur*). Les fluides organiques d'étude seront les hydrofluoroléfines (*HFO*) ayant des durées de vie atmosphériques courtes et un potentiel de réchauffement global (*GWP*) très faible.
- Obtention d'une subvention de **60 000 \$** avec la collaboration de la compagnie canadienne ClairiTech et Mitacs pour l'industrialisation de l'unité de ventilation hybride 200. Le financement servira comme une bourse dans le cadre d'un stage de stratégie d'entreprise (*SSE*) en faveur d'un étudiant en génie



mécanique supervisé par le professeur M. Khennich pour une période allant du 06.02.2023 au 05.06.2024.

- **Diffusion de la recherche :**

- E. Ali, J. Orfi, H. AlAnsary, A. S. Alsaadi, N. Ghaffour, M. Khennich, *Can. J. Chem. Eng.* (2023), 1. <https://doi.org/10.1002/cjce.24969>.
- Khennich, M., Galanis, N., Sorin, M., Orfi, J., Dupuis, S. (2023). *Thermodynamic Analysis of a Solar Powered Ejector Cooling System*. (sera soumis à Sustainability sous peu).
- Aghagoli, A., Sorin, M., Khennich, M. (2022). *Exergy Efficiency and COP Improvement of a CO2 Transcritical Heat Pump System by Replacing an Expansion Valve with a Tesla Turbine*. *Energies*, 15, 4973. <https://doi.org/10.3390/en15144973>.
- Benabdallah, H., Khennich, M. (2023). *Approche exergétique et économique dans l'exploitation du potentiel de la géothermie à haute température pour la génération de l'électricité*. R3 CleanTech, Connecting for Climate Innovation Forum. (Février 23), Fredericton (NB), Canada.
- Flight, J., Khennich, M. (2022). *Exploitation du potentiel de la géothermie à haute température pour la génération de l'électricité au Canada*. 32<sup>ème</sup> Colloque des jeunes chercheuses et chercheurs de l'Université de Moncton- CJCC, (Mars 21-25), Moncton (NB), Canada.

**f) Autres activités réalisées en 2022-2023**

- **Développement international :** S. O.

- **Services à la collectivité :**

- Membre du Jury pour le programme de doctorat en génie mécanique. Étudiant : Charles Rand. Université de Sherbrooke (QC).  
« Modélisation numérique et expérience d'éjecteur monophasique à puissance variable »
- Évaluateur pour Scientific Reports.  
Titre d'article (Paper #: bd1ca08b-aaa9-4514-8176-c18715e273f0):  
« Effects of Variable-Temperature Heat Reservoirs on Performance of Irreversible Carnot Refrigerator with Heat Recovery »

**g) Financement**

S. O.

**2. OBJECTIFS POUR L'ANNÉE 2023-2024**

Pour l'année 2023-2024, le centre de recherche en conversion d'énergie vise à :

- Accueillir un.e stagiaire de recherche du Mitacs Globalink (SRG) pendant l'été 2024 pour le projet intitulé :

« Approche thermodynamique concernant la réduction de la consommation d'énergie des systèmes d'air comprimé et amélioration de leur performance »

- Accueillir des étudiant.e.s à la maîtrise et au doctorat ou chercheuses et chercheurs au postdoctorat à temps plein dans le programme de Bourse de recherche Globalink (BRG) de Mitacs en collaboration avec le ministère d'éducation et des sciences de l'Ukraine pour le projet intitulé :

« Analyse dynamique et exergétique basée sur l'exergie de transit d'un système de réfrigération à éjecteur activé par l'énergie solaire et utilisant le fluide HFO R-1234ze »

- Le conseil a adopté le Le plan d'action climatique 2023-2028 de l'Université de Moncton qui vise une transition écologique ambitieuse à l'échelle institutionnelle. C'est dans cette optique que le centre en conversion d'énergie a pris une initiative de proposer des modifications au niveau de la Chaudière existante en utilisant la chambre de combustion dynamique (DCC™) de la compagnie *Hydrogen Technologies* qui utilise la réaction de l'hydrogène et de l'oxygène (*électrolyse de l'eau*) pour créer de la vapeur de grande valeur sans générer de polluants atmosphériques. Puisqu'aucun air n'est introduit dans le système, il ne nécessite pas de cheminée. Les discussions ont été amorcées avec Mr. Gilles Richard qui travaille au service d'entretien et de réparation et s'occupe également de la Chaudière. Le nouveau concept vient avec :

- Conception ZÉRO émission
- 95 % d'efficacité
- Sortie de vapeur et d'eau chaude
- Satisfait ou dépasse les normes de sécurité nationales et internationales

*M. Khennich*

---

Mohammed Khennich, SI, D. E. S. S, Ph. D.

Directeur, Centre de recherche en conversion d'énergie